PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 19. | 1. Juli 1903. Redaktionsschluss für No. 20 am 8. Juli 1903. | 4. Jahrgang.

INHALT.

Originalmitteilungen:
W. Müller-Erzbach, Ein Unterschied im Verhalten von rotem und von gelbem Quecksilberoxyd. S. 517.
J. Kossonogoff, Zur Frage der optischen Resonanz. 3. vorläufige Mitteilung. S. 518.
A. Pflüger, Ein zweifarbiger Körper. S. 520.
E. v. Schweidler, Über die angebliche Radioaktivität und die Lumineszenz von Reten. S. 521.
J. Elster u. H. Geitel, Über die radioaktive Emanation in der atmosphärischen Luft. S. 522.
E. Dorn, Versuch über die zeitliche Gewichtsänderung von Radium. S. 530.
E. Marx, Über die Dispersion elektrischer Wellen in Wasser. S. 531.
S. Meisel, Über die Periode des musikalischen Flammenbogens. S. 532.
R. Wachsmuth, Seiten-Entladungen frei gespannter Drähte. S. 534.
J. Stark, Zur Charakteristik des Glimmstromes bei atmosphärischem Druck. S. 535.

Referate:
G. Granquist, Über die Bedeutung des Wärmeleitungsvermögens der Elektroden bei dem elektrischen Lichtbogen. S. 537.
G. Hartner, Ein neuer Wagebalken. S. 539.

Besprechungen:
F. Richarz, Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrizität. 2. Auflage. S. 540.
W. Bruesch, Grundriss der Elektrotechnik für Lehranstalten. S. 540.

Personalien. S. 540.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Ein Unterschied im Verhalten von rotem und von gelbem Quecksilberoxyd.

Von W. Müller-Erzbach.

In einer Abhandlung von Karl Schick[1]) über die Eigenschaften der beiden Quecksilberoxyde sind zunächst die vorliegenden Beobachtungen über ihr elektromotorisches Verhalten zusammengestellt. Nach allen Bestimmungen ist zwar die Energie des gelben Oxyds etwas grösser gefunden als die des roten, aber der von Glazebrook und Skinner früher zu 7 Millivolt angegebene Unterschied besitzt nach der späteren Untersuchung von E. Cohen nur den viel geringeren Wert von 0,685 Millivolt.

Die Löslichkeit beider Oxyde in Wasser hat Schick selbst mit aller Sorgfalt untersucht und dabei gefunden, dass in einem Liter Wasser bei 100° vom gelben Oxyd 0,41 g, vom roten 0,379 g, bei 25° 0,0518 des gelben und 0,051 g des roten gelöst wurden.

Nach dem Ergebnisse seiner Versuche erklärt sich Schick für die Annahme von Ostwald, dass das rote Oxyd nur durch die Korngrösse sich von dem gelben unterscheidet und dass es ihm durch Zerreiben mehr und mehr gleich wird.

Eine ähnliche Ansicht hat bekanntlich Gay-Lussac[2]) Pelouze gegenüber vertreten. Letzterer hatte beobachtet, dass das gelbe Quecksilberoxyd, nach ihm das amorphe, in der Hitze sich leichter zersetzt als die krystallinische rote Modifikation. Auch fand er das erstere durch Chlor ungleich leichter angreifbar, schränkte aber diese Abweichung später dahin ein, dass sie bei der Einwirkung unter Wasser nicht vorhanden wäre. Gay-Lussac bestätigte die Wahrnehmung von Pelouze, dass das gelbe Oxyd bei gleichhoher Temperatur mehr Sauerstoff entwickelt, aber der Unterschied blieb nur gering, wenn das durch Erhitzen an der Luft erzeugte Oxyd vor dem Versuche fein gepulvert wurde. Ausserdem zeigte sich der Anfang und das Ende der Abscheidung des Sauerstoffes bei beiden Oxyden an dieselben Temperaturen gebunden.

1) Zeitschr. phys. Chem. **42**, 155, 1902.
2) Compt. rend. **16**, 309.

Demgegenüber sehe ich mich veranlasst, auf ältere Versuche von mir über die Reduktion der beiden Oxyde durch Wasserstoff zu verweisen.[1]) Die niedrigste zu solchen Reduktionen erforderliche Temperatur ist zwar äusserst schwer und mit absoluter Genauigkeit wohl gar nicht festzustellen. Ich erhielt mehrfach Temperaturen, die wesentlich niedriger lagen als die von früheren und von namhaften Beobachtern angegebenen, aber bei unveränderter Beobachtungsweise zeigen sich doch im Verlaufe der vorsichtig ausgeführten Versuche die Verschiedenheiten der Sauerstoffbindung mit voller Deutlichkeit. Das aus Platinoxyd-Natron hergestellte Oxyd des Platins wird durch Wasserstoff leicht bei gewöhnlicher Zimmertemperatur, das am leichtesten zersetzbare des Goldes bei 62° und 65°, das des Silbers über 70°, Kupferoxyd bei 135° und bis unter 132°, Zinnoxyd bei 173°, Antimonsäure bei 215°, Bleioxyd bei 310° in leicht erkennbarer Weise reduziert, während bei niedrigeren Temperaturen wenigstens in kürzerer Zeit eine Einwirkung nicht mehr wahrnehmbar ist.[2]) Über die Oxyde des Quecksilbers findet sich am a. a. O. die folgende Mitteilung: „Rotes

1) Pogg. Ann. **136**, 62, 1869.
2) Nur für Platinoxyd ist die untere Grenze nicht weiter verfolgt.

Quecksilberoxyd wurde bei 230° reduziert. Bei Erniedrigung der Temperatur war noch eine Einwirkung bei 220° zu erkennen, bei 200° hatte sie vollständig aufgehört und bei stärkerem Erhitzen begann sie wieder bei 230°." „Das durch Eingiessen von salpetersaurem Salze in überschüssige Kalilauge erhaltene gelbe Oxyd wurde mit Wasserstoff erwärmt unterhalb 140°, bei 125° und 128°, nach durchschnittlicher Beobachtung bei 127° zu Metall."

Die auf die verschiedensten Weisen dargestellten Oxyde der Metalle gaben bei gleichem chemischen Verhalten ihren Sauerstoff gleich leicht an Wasserstoff ab, wesentliche Unterschiede in den chemischen Reaktionen dagegen machten sich ebenso in den Reduktionstemperaturen bemerklich. So wurden die in Salzsäure leichter löslichen Eisenoxyde von 278° bis 286° aufwärts reduziert, während schon das durch Fällung gewonnene und durch Glühen unter einer Decke von geschmolzenem Kochsalz unlöslicher gewordene Oxyd bei 315° in längerer Zeit keine Einwirkung auf Wasserstoff erkennen liess.

Das rote Quecksilberoxyd wurde wie das gelbe pulverisiert zu dem Versuche benutzt. Ob das erstere durch weiteres Zerreiben wirksamer geworden wäre, ist nicht ermittelt, aber der bedeutende Abstand in den Reduktionstemperaturen spricht entschieden für einen erheblichen Unterschied zwischen beiden Oxyden. Abweichungen voneinander zeigen sie doch auch in geringem Grade in ihrem elektrischen Verhalten wie sie in ihrer Löslichkeit bei 100°, aber bei der Reduktion treten dieselben ungleich stärker hervor. Der Unterschied in der zur Reduktion erforderlichen Temperatur ist grösser als ich ihn bei anderen unzweifelhaft verschiedenen Modifikationen von Oxyden beobachtet habe. So wurde das unlösliche Zinnoxyd bei 173°, das lösliche bei 210° reduziert, also in viel geringerem Temperaturabstande als er für die beiden Quecksilberoxyde ermittelt war. Ich kann deshalb nicht umhin, die letzteren als verschiedenartig anzusehen, und ich möchte auch weitere Kreise durch den Hinweis auf meine anscheinend vergessene ältere Beobachtung zu einer neuen Prüfung des Gegenstandes veranlassen.

(Eingegangen 18. Mai 1903.)

Zur Frage der optischen Resonanz.

3. vorläufige Mitteilung. Antwort an die Herren R. W. Wood und A. Garbasso. Einige Resultate der quantitativen Untersuchungen.

Von J. Kossonogoff.

Seit dem Erscheinen meiner beiden vorläufigen Mitteilungen über obigen Gegenstand (d. Z. **4**, 208, 258, 1903) sind zwei Erwiderungen, eine von Herrn R. W. Wood und die andere von Herrn A. Garbasso, veröffentlicht. Ehe ich über einige weitere von mir erzielte quantitative Resultate Bericht erstatte, möge es mir gestattet sein, den geehrten Herren R. W. Wood und A. Garbasso zu antworten.

Herr Wood sagt in dieser Zeitschrift (**4**, 338, 1903): „die Schlussfolgerungen, die er (d. h. ich) am Ende seiner Arbeit giebt, differieren in keiner Weise von denen, die ich in meiner ersten Arbeit angeführt habe." Es wäre sonderbar, wenn Herr Wood und ich zu verschiedenen Schlussfolgerungen gekommen wären, da wir eine und dieselbe Erscheinung fast auf demselben Wege, obgleich voneinander unabhängig, studierten. Vielmehr ist dies, wie mir scheint, ein Beweis mehr, dass Herr Wood und ich uns eine richtige Anschauung über den Gegenstand gebildet haben. Was aber die Priorität betrifft, so ist es zwecklos, über diese zu streiten: Herr Wood hat früher als ich seine qualitativen Untersuchungen veröffentlicht. In dieser Hinsicht erkenne ich mit voller Achtung seine Priorität an, und über seine Arbeiten habe ich in meiner ersten oben citierten Mitteilung gesprochen[1]); doch waren mir die Untersuchungen des Herrn Wood unbekannt und konnten mir nicht bekannt sein, als ich meine Untersuchungen begonnen habe; ich habe dieselben von Herrn Wood ganz unabhängig begonnen und ausgeführt. Dabei erlaube ich mir zu bemerken, dass ich die selektive optische Reflexion und Absorption im Sinne der optischen Resonanz analog der elektromagnetischen (im engen Sinne) Resonanz schon im Jahre 1901 erklärte (Zur Frage der Dielektrika p. 131, 1901, Kiew. In russischer Sprache).[2])

Wenn ich also auch die Priorität des Herrn Wood im obigen Sinne anerkenne, wie ich das ja schon früher gethan habe, so kann ich nicht mit ihm übereinstimmen, dass in meiner Arbeit keinerlei neue experimentelle oder theoretische Thatsachen aufgeführt seien und muss hier auf einige von mir erlangten Resultate (ausser denen die mit den von Herrn Wood erzielten identisch sind) hinweisen: 1. Erhaltung der farbigen Platinfilms und Nachweis von deren körniger Struktur. 2. Unmittelbares Auffinden der körnigen Struktur der Goldfilms. (Herr Wood sagt in seiner zweiten Arbeit: Whether these are the particles deposited by the cathodic discharge, or merely metallic dust cut off by

1) Auch in meiner Arbeit „Über optische Resonanz" (in russ. Spr. Kiew. 1903) sind die Untersuchungen des Herrn Wood ausführlich citiert und besprochen.

2) Hier erlaube ich mir auch auf folgende sinnreiche Arbeiten hinzuweisen: Du Bois, Wied. Ann. **46**, 548. 1892; **48**, 546, 1893; Du Bois und Rubens, Wied. Ann. **49**, 593, 1893; H. Rubens und E. Nichols, Wied. Ann. **60**, 456. 1897.

the diamond point, I am unably to say.) 3. Verfertigung der Films auf verschiedeneren Wegen, als bei Herrn Wood, und Aufsuchen derselben Eigenschaften bei ihnen (im Sinne der optischen Resonanz), wodurch man besonders jenen wichtigen Einwand widerlegen kann, dass die beobachteten Thatsachen als Interferenzerscheinungen im gewöhnlichen

Tabelle I.

		Zahl der Mess.-Reihen	Zahl der gemess. Körn.	Durchmesser der Körnchen	
Chitin der Schmetterlingsflügel .	Hellrot	30	288	0,687 μ	Zygaena Philipendulae.
" " "	"	84	702	0,672 "	Callimorpha Dominula.
" " "	Orange	20	182	0,664 "	Pieris Rapae.
" " "	"	41	360	0,666 "	Papilio Machaon.
" " "	"	30	300	0,610 "	Catacala Nupta.
" " "	"	50	500	0,603 "	Arctia Caia.
" " "	"	70	700	0,605 "	Pyrameis Atalanta.
" " "	Gelb	70	696	0,608 "	Papilio Machaon.
" " "	Gelbgrün	110	1110	0,577 "	Geometra Papilionaria.
" " "	Hellgelb	60	600	0,535 "	Apathura Ilia.
" " "	Gelb	30	300	0,573 "	Argynnis Adippe.
" " "	Grün	85	850	0,562 "	Geometra Papilionaria.
" " "	"	70	700	0,538 "	Argynnis Paphia.
" " "	"	130	1300	0,548 "	Colias Hyale.
" " "	Grünlichblau	50	340	0,526 "	Zygaena Philipendulae.
" " "	"	52	512	0,534 "	Papilio Machaon.
" " "	"	70	700	0,515 "	Lycaena Corydon.
" " "	Dunkelblau	50	486	0,440 "	Vanessa Antiopa.
" " "	"	85	850	0,473 "	Apathura Ilia.
" " "	"	45	450	0,483 "	Vanessa Urticae.
" " "	"	95	950	0,468 "	Arctia Caia.
" " "	Violett	46	380	0,426 "	Lycaena Meleager.
" " "	Schwarz	63	628	0,357 "	Callimorpha Dominula.
" " "	"	90	900	0,358 "	Callimorpha Hera.
" " "	"	80	800	0,369 "	Pyrameis Atalanta.
" " "	"	40	400	0,363 "	" "

Tabelle II.

Stoffe	Farbe	Zahl der Mess.-Reihen	Zahl der gemess. Körn.	Durchmesser d. Körnchen	Anmerkung über Verfertigungsweise
Gold	Rot	30	274	0,397 μ	Durch Zerstäubung mittels Pulverisators
Gold	"	45	406	0,391 "	(s. erste Mitteilung).
Anilinfarbe „Viktoriagrün".	"	40	400	0,360 "	Durch Verdunstung einer Lösung.
Gold	Orange	10	90	0,348 "	Durch Zerstäubung mit Pulverisator.
Silber	"	20	216	0,323 "	Durch Zerstäubung einer Lösung $AgNO_3$ und Erhitzung.
Wismut	"	25	230	0,318 "	Durch Kathodenzerstäubung.
Anilinfarbe „Korallrot" .	"	30	196	0,327 "	Durch Verdunstung einer Lösung.
Anilin Farbe „Kirschrot".	"	20	100	0,325 "	Durch Zerstäub. u. Verdunst. einer Lösung.
Silber	Orangegelb	40	380	0,315 "	Auf chemischem Wege.
Silber	Gelb	30	293	0,300 "	Durch Zerstäubung der Kolloidal-Lösung.
Silber	"	25	186	0,286 "	Auf chemischem Wege, aus photogr. Platte.
Gold	"	40	396	0,298 "	Durch Zerstäubung der Lösung $AuCl_3$ in Ol. Lavendulae und Erhitzung.
Anilinfarbe „Dunkelblau-Lasur"	"	20	200	0,296 "	Durch Verdunstung einer Lösung in Alkohol.
Eosin	"	20	116	0,306 "	
Anilinfarbe „Phloxin".	"	15	98	0,290 "	
Silber	Grünlich-gelb	15	90	0,291 "	Durch Kathoden-Zerstäubung.
Eozin	"	40	230	0,295 "	Durch Verdunstung einer Lösung in Alkohol.
Anilinfarbe „Methylviolett"	Grün	40	254	0,285 "	
Silber	"	21	156	0,250 "	Auf chemischem Wege.
Platin	Bläulich-grau	26	144	0,283 "	Durch Zerstäubung und Erhitzung einer Lösung $PtCl_4$ in Ol. Lavendulae.
Silber	Grünlich-blau	21	164	0,264 "	Auf chemischem Wege.
Silber	Blau	25	232	0,244 "	Auf chemischem Wege.
Silber	Dunkelblau	30	244	0,242 "	Auf chemischem Wege.
Silber	"	25	222	0,221 "	Durch Kathoden-Zerstäubung.

Sinne erklärt werden könnten; wenn wir bei den auf verschiedene Weise verfertigten Films, ungeachtet ihrer verschiedenen Dicke, dieselbe Farbe bei ähnlicher Struktur zu erzielen vermögen, so kann nicht die Rede sein von einer Interferenz im gewöhnlichen Sinne. 4. Entdeckung der körnigen Struktur bei Eosin- und Fuchsinschichten im Sinne der optischen Resonanz.

Herr Garbasso sagt (d. Z. **4**, 426, 1903), dass ich mir die Entdeckung der selektiven Reflexion (der Hertzschen Wellen) bei Resonatorensystemen zugeschrieben hätte. Doch ist das ein Missverständnis. Ich sagte bloss (und ganz deutlich) über die Reinheit („Monochromatismus") der Reflexion bei Resonatorensystemen.

Nun möchte ich kurz meine weiteren quantitativen Untersuchungen mitteilen.

Ausser den in meiner zweiten Mitteilung angeführten Angaben der Untersuchung der optischen Resonanz bei Lepidoptera habe ich nach demselben Schema (diese Zeitsch. **4**, 258) die Messungen der Resonatorenkörnchen bei weiteren zahlreichen Präparaten von Schmetterlingsflügeln, von Metallen (*Au*, *Ag*, *Bi*, *Pt*) wie auch von Anilinfarben ausgeführt. In den umstehend angeführten Tabellen sind einige von mir erzielten Resultate folgendermassen geordnet: die erste vertikale Kolumne enthält den Namen des Stoffes, aus welchem die untersuchten Körnchen bestehen, die zweite — die Farbe des reflektierten Lichtes, die dritte — Zahl der einzelnen Messungsreihen (s. 2. Mitteilung), die vierte — Zahl der gemessenen Körnchen, die fünfte giebt den mittleren Durchmesser der gemessenen Körnchen (in μ), und schliesslich die sechste — den Namen der Schmetterlinge oder Anmerkungen (bei Metallen).

Eine ausführliche Kritik der Messungen und deren Genauigkeit, wie auch verschiedene theoretische Betrachtungen verschieben wir bis zu einer weiteren Mitteilung. Hier sei nur bemerkt, dass 1. die Abweichungen der Körnchendurchmesser voneinander in verschiedenen Stellen desselben Präparates in den Grenzen 0,03—0,04 μ eingeschlossen sind, 2. die Genauigkeit der Messungen in jeder Reihe in den am wenigsten gelungenen Messungen nicht kleiner als 0,006 μ ist.

Übersehen wir die angeführten Zahlen, so bemerken wir, dass bei Chitinkörnchen ihre Durchmesser einer ganzen Wellenlänge des reflektierten Lichtes, bei Metall- und Anilinfarben einer halben Wellenlänge sehr nahe gleich sind.

Ich möchte noch erwähnen, dass es mir gelungen ist, das Anzeichen einer „multiplen" (sui generis) optischen Resonanz zu finden, indem ich bemerkt habe, dass in einigen Fällen bei roter Farbe der Schmetterlingsflügel die Durchmesser der Chitinkörnchen (Resonatoren) der entsprechenden halben Wellenlänge gleich sind.

Zum Schluss muss ich sagen, dass die Messungen der Körnchen bei den Metall- und Anilinfarben-Schichten einige Schwierigkeiten machen: bei diesen Messungen muss man viele Reihen von Körnchen (mindestens fünf Stücke in jeder Reihe) finden, welche (Körnchen) voneinander an solchen Abständen liegen, die den Körnchen-Durchmessern gleich sind. Dies ist doch oft sehr schwierig und mühsam, da die Körnchen grösstenteils unregelmässig geordnet, oft einander übergelagert u. s. w. sind. Wenn wir uns aber auf Messungen einzelner Körnchen beschränken, so machen wir einen grossen Fehler wegen der Dicke des Mikrometerfadens, wenn auch dieser Faden sehr fein ist.

Zum Vergleich habe ich auch quantitative Messungen der entsprechenden (von den Schichten reflektierten) Wellenlängen ausgeführt. Die Angaben dieser Messungen werden mit den entsprechenden Resonatorengrössen später zusammengestellt, hier möge nur erwähnt werden, dass obige in den Tabellen angeführten Farben den gefundenen mittleren (reflektierten) Wellenlängen entsprechen.

Kiew, Physikalisches Laboratorium d. K. Universität.

(Eingegangen 27. Mai 1903.)

Ein zweifarbiger Körper.

Von A. Pflüger.

Eine durchsichtige Substanz, deren Absorptionskoeffizient für eine Region des Spektrums grösser ist als für eine andere, zeigt mit wachsender Dicke eine mehr oder minder ausgeprägte Farbenänderung. Eine Chlorophylllösung z. B. ist in dünnen Schichten mit grüner, in sehr dicken mit roter Farbe durchlässig. Ein gutes Beispiel bietet ferner die von Herrn Wood empfohlene Auflösung von Brillantgrün und Naphtolgelb in Canadabalsam. Ganz besonders leicht und brillant lässt sich aber die Erscheinung zeigen, wenn man je eine Messerspitze Cyanin und Nitrosodimethylanilin in etwa 20 ccm Alkohol auflöst. In einem Probierglase ist die Lösung mit prachtvoll roter Farbe durchlässig, während der Meniskus und die im oberen Teile des Gefässes am Glase haftenden dünnen Schichten grasgrün erscheinen. Füllt man konzentrierte Lösung in ein Absorptionsgefäss, und schichtet mit einer Pipette etwas reinen Alkohol darüber, so ist die obere sich bildende verdünnte Lösung grün, die untere rot. Giesst man umgekehrt die konzentriertere Lösung in dünnem Strahle in verdünnte, so zeichnet sich

erstere in purpurroten Fäden und Ballen von der grünen verdünnten Lösung ab. Eine Lösung, die im Tageslicht grün aussieht, erscheint gegen die Lampe rot, gegen Auerlicht fast farblos. Betrachtet man eine Landschaft oder ein farbiges Bild durch die Lösung, so treten die grünen und roten Farbentöne prägnant und leuchtend hervor. Durch ein prismatisches Absorptionsgefäss erblickt man von jedem Gegenstand ein rotes und ein grünes Bild. Die Flüssigkeit selbst erscheint an der Kante des Prismas grün, an der Basis rot.

Alle diese Versuche lassen sich leicht, event. mit einem Projektionsapparat, einem grösseren Publikum vorführen. Sie erklären sich sehr einfach dadurch, dass die konzentrierte Lösung nur das äusserste Rot und einen schmalen Streifen im Grün (bei $\lambda = 481\ \mu\mu$) durchlässt. Bei abnehmender Dicke oder Konzentration der Schicht verbreitert sich der grüne Streif schneller als der rote.

(Eingegangen 14. Juni 1903.)

Über die angebliche Radioaktivität und die Lumineszenz von Reten.

Von E. v. Schweidler.

Nach einer Angabe des Herrn W. Arnold[1]) sendet der Kohlenwasserstoff Reten ($C_{18}\,H_{18}$) Becquerelstrahlen aus. Nachgewiesen wurde die Strahlung durch die Einwirkung der Substanz auf eine lichtdicht verhüllte photographische Platte. Entsprechend der damals geltenden Anschauung, dass die neue Strahlengattung das Produkt einer Fluoreszenzerregung sei, analog wie die Röntgenstrahlen, wurden die untersuchten Substanzen vorher durch Licht, Röntgenstrahlen oder Kathodenstrahlen erregt; welche Erregungsart Herr Arnold bei Reten anwandte, geht aus seiner kurz gefassten Angabe nicht hervor, vermutlich Kathodenstrahlen, da nur diese, nicht aber Licht und Röntgenstrahlen bei Reten eine sichtbare Fluoreszenz hervorrufen. Herr K. Hofmann[2]) erwähnt dieses Resultat und weist daraufhin, dass ein Nachweis der Radioaktivität durch die ionisierende Wirkung (Prüfung am Elektroskop) noch nicht versucht worden sei. Derartige Versuche habe ich nun ausgeführt und zwar mit durchaus negativem Erfolge.

Als Proben der zu untersuchenden Substanz dienten Mengen von 1 bis 6 g, die zwei Präparaten, Reten techn. und Reten puriss. (beide von E. Merck in Darmstadt bezogen) entnommen wurden; diese Proben wurden teils ohne vorherige Behandlung, teils unmittelbar nach einer mehrere Minuten dauernden Bestrahlung mit Licht (Bogenlampe), Röntgenstrahlen oder Kathodenstrahlen untersucht. Die Substanz befand sich entweder am Boden eines Metallcylinders, in den axial ein mit dem Elektroskop (Elektroskop für Zerstreuungsmessungen nach Elster und Geitel, mit Bernsteinisolation) verbundener Draht hineinragte, oder auf einem Metallschälchen, das direkt am Elektroskop befestigt war.

In allen Fällen war der Ladungsverlust bei Abwesenheit der Substanz durch die gewöhnliche Zerstreuung und bei Anwesenheit der Substanz innerhalb der Beobachtungsfehler der gleiche; dabei ist der Wert der Zerstreuung in der unreinen Grossstadtluft ein sehr geringer, so dass für den Nachweis schwacher Radioaktivität die Bedingungen günstige sind. In der That gaben kleine Stückchen von Urannitrat an Stelle der Retenproben sehr merkliche Ladungsverluste. Zur Veranschaulichung sei ein einziges Zahlenbeispiel herausgegriffen; Z bedeutet den Ladungsverlust in Volt pro Minute bei positiver Ladung:

Schälchen		leer:	$Z = 0{,}60$
in	„	ca. 1,1 g Reten:	0,63
„	„	ca. 0,35 g Urannitrat	2,00
	„	leer	0,64

Eine merkliche ionisierende Wirkung kommt also dem Reten nicht zu; hiernach würde die Strahlung dieser Substanz eher mit der Strahlung des Wasserstoffsuperoxydes, das nach Grätz ebenfalls auf die photographische Platte wirkt ohne zu ionisieren, in Parallele zu stellen sein als mit der Strahlung der radioaktiven Substanzen im engeren Sinne.

Anlässlich der Versuche, eine Erregung der Substanz durch Kathodenstrahlen herbeizuführen, beobachtete ich ein eigentümliches Verhalten des Retens bez. seiner Fluoreszenz.

Die Herren E. Wiedemann und G. C. Schmidt[1]) geben an, dass Reten in flüssigem Zustande blaue, in festem blauviolette Kathodolumineszenz zeigt. Bei meinen Versuchen befanden sich einige cm³ der grobpulverigen bis körnigen Substanz am Boden des Entladungsrohres, der vertikal nach abwärts gerichtete Strahlen aussendenden Kathode gegenüber. Beim ersten Auftreffen der Kathodenstrahlen war das Fluoreszenzlicht intensiv enzianblau, ging aber nach einiger Zeit über blauviolett in rotviolett über; durch Erschüttern der Röhre, wodurch frische, noch unbestrahlte Schichten des Pulvers an die Oberfläche gelangten, konnte für kurze Zeit das ursprüngliche Blau wieder hergestellt werden. Bei einem zweiten Ver-

1) W. Arnold, Wied. Ann. 61, 324. 1897.
2) K. Hofmann, Die radioaktiven Stoffe. Leipzig 1903.

1) E. Wiedemann und G. C. Schmidt, Wied. Ann. 56, 18, 1895.

suche, bei dem durch höhere Evakuation und höhere Primärspannung im Induktorium die Intensität der Kathodenstrahlung gesteigert war, erfolgte die Umwandlung der Fluoreszenzfarbe aus Blau in Rotviolett binnen einer Sekunde, dann folgte nach einigen Sekunden Lachsrosa, endlich nach ca. $^1/_2$ Minute weissliches Cyanblau.

In flüssigem (geschmolzenem) Zustande zeigte das Reten dunkelblaue Fluoreszenz.

Durch die Einwirkung der Kathodenstrahlen wurde das schmutzig-weisse Präparat etwas gebräunt.

Wien, II. physikalisches Institut der Universität, Juni 1903.

(Eingegangen 6. Juni 1903.)

Über die radioaktive Emanation in der atmosphärischen Luft.[1])

Von J. Elster und H. Geitel.

I. Über den Ursprung der in der Bodenluft enthaltenen radioaktiven Emanation. Eines der Ziele, auf die wir unsere Bemühungen seit der letzten Zusammenkunft in Göttingen richteten, war die Aufklärung des abnormen Gehalts der Luft an radioaktiver Emanation in Kellern und Höhlen, mit der aufs engste ihre hohe Ionisierung verbunden ist. Man konnte dabei entweder an eine noch unbekannte Fähigkeit stagnierender Luft denken, solche Emanation von selbst zu bilden und in sich aufzuspeichern oder an ein Hereindiffundieren der letzteren aus den einschliessenden Wänden und dem Erdboden. Manche Erfahrungen schienen für die erste Annahme einer Selbstaktivierung zu sprechen, nämlich die thatsächlich vorhandene spontane Steigerung der Leitfähigkeit hermetisch abgeschlossener Luftmengen und die fehlgeschlagenen Bemühungen, eine Spur von primärer Radioaktivität in dem Materiale der Wände der Keller und Höhlen zu entdecken.

Versuche an einem grösseren Luftquantum, das mehrere Wochen lang (innerhalb eines Dampfkessels) eingeschlossen gehalten war, zeigten indessen, dass eine irgend bemerkenswerte Ansammlung radioaktiver Emanation während dieser Zeit nicht eingetreten war.

So blieb nur noch die Annahme, dass die Wände der unterirdischen Räume oder die aus dem umgebenden Erdreiche durch ihre Poren hindurch diffundierende Luft die Träger der Emanation wären. In der That stellte sich in der Folge heraus, dass die durch einfaches Ansaugen aus dem Erdboden entnommene Luft an unserm Wohnorte mit aktiver Emanation behaftet war und in ihrer Wirksamkeit sogar die der Keller und Höhlen übertraf.[1]) Durch die Untersuchungen der Herren Ebert und Ewers ist diese Eigenschaft auch für die Münchener Bodenluft nachgewiesen.[2])

Inwiefern die Erdsubstanz am Orte der Beobachtung auf die Aktivität der in ihr enthaltenen Luft von Einfluss ist, blieb dabei zunächst noch unaufgeklärt.

Man konnte auch hierbei von zwei verschiedenen Annahmen ausgehen. Entweder war jene Aktivität eine unabhängig von der Natur des Erdreiches allgemein verbreitete Eigenschaft der Bodenluft oder sie war die Folge eines gewissen Gehalts an primär aktiven Substanzen in dem Materiale des Erdbodens selbst. Während im ersten Falle Luftproben beliebiger Herkunft, wenn sie nur sicher aus „Bodenluft" bestanden, die Aktivität in gleicher Weise zeigen mussten, war im zweiten eine Ungleichheit der Wirkung zu erwarten, da schwerlich angenommen werden durfte, dass die erregende aktive Substanz an allen Orten in gleicher Wirksamkeit im Erdboden vorhanden wäre.

Einige ältere Erfahrungen wiesen auf die letztere Alternative hin.

Die Leitfähigkeit der Luft in Kellern und Höhlen, mittels des Zerstreuungsapparates gemessen, zeigte nämlich an verschiedenen Orten ganz beträchtliche Unterschiede, die nur durch einen Einfluss der einschliessenden Wände zu erklären waren. So fanden wir sehr bedeutende Ionisierung der Luft in den Kellern unseres Wohnortes (etwa das sechsfache der normalen), in der Baumanns- und Iberghöhle im Harz (das neun- und dreifache)[3]), eine beträchtlich kleinere dagegen in Kellern in Clausthal im Harz und in Zinnowitz an der Ostsee (das 1.3 bis zweifache). In einem grossen Raume eines Kalisalzbergwerks bei Vienenburg am Harz war die Ionisierung der Luft sogar kleiner als in der freien Atmosphäre; allerdings waren die Bedingungen hier ungünstig, da die Luft deutliche Spuren vom Rauche der Sprengmaterialien enthielt.

Besonders instruktiv war dagegen ein Versuch in Clausthal i. H. Ein isolierter Kupferdraht wurde etwa eine Stunde lang in freier Luft mittels einer Influenzmaschine negativ geladen gehalten, ein anderer in einem Kellerraume; die erregte Aktivität war bei dem ersten

1) Entnommen der Denkschrift der Kommission für luftelektrische Forschungen der Delegierten der kartellierten Akademien und gelehrten Gesellschaften für die Versammlung zu München. 5. u. 6. Juni 1903.

1) Diese Ergebnisse haben wir bereits veröffentlicht in dieser Zeitschrift **3**, 574, 1902.

2) H. Ebert und P. Ewers, Diese Zeitschrift **4**, 162, 1902.

3) Herr Dr. Cuomo in Capri teilte uns freundlichst mit, dass er in einer dortigen Stalaktitenhöhle gleichfalls abnorm hohe Zerstreuungen beobachtet habe. (Etwa das 3fache der normalen.)

etwa 11 mal so gross als bei dem letzteren. Hier enthielt also die freie Luft sogar mehr von aktiver Emanation als die des Kellers, ein Verhalten, das den bisherigen Erfahrungen durchaus widersprach.[1])

Hiernach war es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass auch die Bodenluft verschiedener Herkunft ungleiche Aktivität zeigen würde. Um hierüber ein sicherer begründetes Urteil zu gewinnen, war eine Methode zu finden, Bodenluft von verschiedenen Orten zu entnehmen und diese Proben nach ihrer Wirksamkeit zu vergleichen. Da es im allgemeinen nicht ausführbar ist, die Prüfung auf Radioaktivität unmittelbar an Ort und Stelle vorzunehmen, müssen die Proben in leicht transportierbaren Gefässen sicher eingeschlossen werden. Die zu der Überführung an den Untersuchungsort erforderliche Zeit ist, sofern es sich um einige Stunden handelt, ohne merklichen Einfluss auf das Ergebnis; auch 2—3 Tage Zwischenzeit wurden, da es sich nur um gröbere Feststellungen handelte, bei weiteren Entfernungen noch zugelassen. Liegt ein längerer Zeitraum zwischen Einfüllung der Luftprobe in das Transportgefäss und ihrer Prüfung, so findet man die Aktivität stets zu klein, nach etwa 4 Wochen war sie bei einer aus Wolfenbüttel stammenden Probe erloschen. Zur Aufnahme der Bodenluft diente ein eiförmiges Glasgefäss von 3 Liter Inhalt, das an beiden Enden durch gutschliessende Hähne abgesperrt werden konnte; vor dem Gebrauch wurde es mit Wasser gefüllt und bei beiderseits geschlossenen Hähnen vertikal gehalten. Die obere Öffnung stand durch einen Gummischlauch mit einem Messingrohr von etwa 1 m Länge in Verbindung, das bis auf ein wenige Centimeter hervorragendes Stück in den Erdboden hineingetrieben war. Beim vorsichtigen Öffnen der Hähne floss durch den unteren das Wasser aus, während durch den oberen Bodenluft eindrang. War das Gefäss völlig mit dieser gefüllt, so schlossen wir beide Hähne luftdicht ab.

Zur Vornahme der Untersuchung liessen wir die Luft durch Wasser in eine Glasglocke von etwa 30 Liter Inhalt hinübertreiben: unter der Glocke stand von einem Drahtnetze umgeben der Zerstreuungsapparat ohne Schutzdach.[2]) Die in einer bestimmten Zeit entweichende Elektrizitätsmenge diente als Mass für die Ionisierung der eingeführten Luft. Vor jedem Versuche war die Glocke mit Zimmerluft gefüllt und es wurde zuerst der Elektrizitätsverlust vor dem Einlassen der Bodenluft bestimmt, ebenso zum Schluss einer jeden Reihe auch der Verlust im Gehäuse des Elektroskops. Der letztere war stets so klein, dass er bei der wenig genauen Art des gesamten Verfahrens durchaus vernachlässigt werden durfte.

Bei den angewandten Potentialen von 100 bis 200 Volt kann man den Sättigungsstrom unter der Glocke als erreicht ansehen. Die Potentialabnahme in gewöhnlicher Luft in 15', die 14 Volt im Mittel betrug, ist im folgenden als Einheit für die Ionisierung der Luft unter der Glocke nach Einführung der zu untersuchenden Probe zu Grunde gelegt. Diese Ionisierung kann zugleich als ein Mass für den Gehalt an radioaktiver Emanation betrachtet werden.

Wir haben nach der angegebenen Methode Luftproben von verschiedenen Orten untersucht. Stark aktiv, wenn auch unter sich durchaus nicht gleich, erwiesen sich solche, die aus dem thon- und kalkhaltigen Erdreiche der Gärten von Wolfenbüttel stammten (Aktivität in dem angegebenen Masse zwischen 16 und 4), wesentlich geringer eine aus einer Kiesgrube im nahegelegenen Walde entnommene (Akt. = 3). Der Wolfenbüttler Bodenluft kam gleich eine Probe aus Göttingen (Akt. = 12), merklich zurück stand eine solche aus Blankenburg a. H., aus Thonschieferboden (Akt. = 2,3), noch geringer war die Wirksamkeit bei solchen aus Würzburg [1]) aus Muschelkalk (Akt. = 1,6) und Wilhelmshöhe bei Kassel aus Basalt (Akt. = 1,01). Diese Erfahrungen genügten schon zu der Erkenntnis, dass die Natur des Erdbodens, aus dem die Luft aspiriert war, von wesentlichem Einflusse auf ihre Aktivität sein müsse, und legten es nahe, nach einer primären Radioaktivität seiner Bestandteile zu suchen.

Allerdings waren, wie schon bemerkt, unsere früheren Versuche sowie auch die der Herren Ebert und Ruf[2]), eine primäre Becquerelstrahlung an dem Materiale der Wände von Kellern und Höhlen nachzuweisen, resultatlos geblieben, doch sind hierbei nur die Baumaterialien und festen Gesteine, nicht das lockere Erdreich selbst untersucht worden. Wir füllten nun eine Zinkschale von 29 cm Durchmesser und 2,5 cm Höhe mit Erde, die einige Centimeter unter der Oberfläche aus dem Garten unserer Wohnung ausgegraben war und brachten sie so unter die beschriebene Glasglocke, dass das Elektroskop mit dem umhüllenden Drahtnetzcylinder auf dieser Erde ruhte.

Es zeigte sich sofort eine unzweifelhafte Zunahme der Ionisierung der Luft unter der Glocke; wie bei der Anwesenheit einer schwach radioaktiven Substanz erwartet werden musste, stieg sie schon im Laufe von 2—3 Tagen bis zu

1) Herrn Prof. Gerland in Clausthal, der diesen Versuch ermöglichte, sagen wir auch an dieser Stelle unsern verbindlichen Dank.

2) Vergl. diese Zeitschrift l. c.

1) Herrn Dr. Harms in Würzburg sind wir für die Übersendung der Luftproben von dort und von Göttingen zu Dank verpflichtet.

2) Diese Zeitschrift **4**, 93, 1902.

einem Maximalwerte von etwa dem dreifachen der normalen an. Dabei war es gleichgültig, ob die Erde in dem feuchten Zustande, wie sie entnommen war oder nach längerem Austrocknen unter die Glocke gebracht wurde; jetzt, nach Verlauf von 8 Monaten lässt sich noch keine Verminderung der Aktivität an der zu den ersten Versuchen verwandten Substanz nachweisen. Wie die Erde aus unserem Garten, wirkte auch solche vom Felde und von ausserhalb der Stadt gelegenen Gärten, ebenso kräftig ein graublauer Thon aus einer in der Nähe befindlichen Grube, weisser Quarzsand (kalkhaltig) war dagegen unwirksam.

Es lag nahe, den Versuch zu machen, durch chemische Behandlung die inaktiven Stoffe des Erdreiches auszuscheiden und dadurch die Wirksamkeit auf kleinere Massen zu konzentrieren. Am geeignetsten dazu erschien der Thon, der nach dem Abschlämmen gröberer Einschlüsse eine homogene Masse darstellte. Durch Ausziehen mit verdünnter Salzsäure liess sich der Gehalt an Calciumcarbonat völlig entfernen, der Rückstand zeigte unmittelbar nach dem Trocknen eine geringere Aktivität wie vor der Behandlung, doch wuchs diese in einigen Tagen (während die Substanz ausserhalb der Glocke aufbewahrt wurde) etwa wieder zu dem alten Betrage an. Erneutes Digerieren mit Salzsäure oder verdünnter Schwefelsäure hatte wieder zuerst eine Abnahme der Wirksamkeit zur Folge, die sich aber in gleicher Weise im Laufe der Zeit erneuerte. Leider war es uns nicht möglich, wegen der grossen Menge der zu bearbeitenden Substanz die mit dem Thon in Berührung gewesene Flüssigkeit schnell genug zur Trockne einzudampfen, um den Rückstand noch auf Radioaktivität untersuchen zu können, doch scheint es uns nach dem geschilderten Verhalten nicht zweifelhaft, dass den von uns untersuchten Thon ein aktiver Körper begleitet, der ähnlich wie nach Rutherfords und Soddys Untersuchungen[1]) das Thoriumoxyd, eine in Säure lösliche, stärker wirksame Substanz (vergleichbar dem Th. X. Rutherfords) bildet, die nach dem Ausziehen durch Säuren sich allmählich wieder regeneriert. Dieselbe Erscheinung wie beim Thon fanden wir auch an dem sogenannten Höhlenlehm (Löss) aus der Baumannshöhle im Harze.

Um mit besser definierten Stoffen zu thun zu haben, untersuchten wir auch geschlämmte Kreide, gemahlenen Schwerspat, reinen käuflichen Töpferthon, Seesalz und Karlsbader Salz auf etwaige Becquerelstrahlung. Die Ergebnisse waren im allgemeinen negativ, nur der Thon schien nicht ganz unverdächtig; stand aber jedenfalls weit hinter der Gartenerde sowie dem bei Wolfenbüttel vorkommenden Thone und dem Höhlenlehm zurück. Am Schwerspat glaubten wir wegen der chemischen Ähnlichkeit des Radiums mit dem Baryum einige Wirksamkeit voraussetzen zu dürfen, da vielleicht Spuren des ersteren Elements das letztere begleiten konnten, bei der Untersuchung des Karlsbader Salzes leitete uns der Gedanke, dass es aus sehr grosser Erdtiefe stammt, während das Seesalz als eine Probe aus dem allgemeinen Sammelbecken löslicher Substanzen vielleicht auch radioaktive Bestandteile enthalten mochte.

1) E. Rutherford und F. Soddy, Phil. Mag. 1902. S. 370.

Asche von Pflanzen, die auf wirksamer Erde gewachsen waren, ergab ebenfalls keine nachweisbare Becquerelstrahlung.

Das Resultat dieser Untersuchungen ist daher der Nachweis einer gewissen Radioaktivität des Erdreiches selber, diese bleibt bei Behandlung mit verdünnten Säuren an den thonigen Bestandteilen des Bodens haften. Eine weitergehende Trennung oder gar Isolierung des aktiven Prinzips ist uns nicht gelungen.

In willkommener Weise wird dieser Nachweis durch eine kürzlich von Herrn Rutherford[1]) mitgeteilte Beobachtung von Herrn Cooke bestätigt, nach welcher eine merkliche sehr durchdringende Strahlung von Ziegelsteinen ausgehen soll.

Bevor man den bei der Menge der zu verarbeitenden Substanz jedenfalls sehr schwer ausführbaren Versuch machte, den in dem natürlich vorkommenden Thone wohl nur in verschwindend kleinen Mengen verteilten aktiven Stoff zu konzentrieren, wäre erst die Frage zu erwägen, ob diese Aktivität überhaupt eine primäre ist und nicht vielmehr nur eine im Thone durch Kontakt mit der Bodenluft induzierte, wobei dann der Ursprung der Wirksamkeit bei der letzten zunächst wieder unaufgeklärt bleiben würde. Das Verhalten des Thones gegen Säuren, das mit dem der primär aktiven Stoffe übereinstimmt, sowie die Beständigkeit seiner Aktivität steht zwar der letzten Annahme entgegen, doch hielten wir es nicht für überflüssig, im allgemeinen zu untersuchen, ob neutrale Körper durch Vergraben in die Erde, d. h. durch andauernden Kontakt mit der Bodenluft, eine merkliche induzierte Aktivität annehmen könnten.

Wir verwandten dazu gemahlenen Schwerspat, Schlemmkreide, reinen — nahezu inaktiven — Töpferthon und Baumwolle. Jede dieser Substanzen wurde in Leinwand eingeschlagen und mit einer Hülle von Eisendrahtnetz umwickelt, etwa 50 cm unter die Erdoberfläche gebracht und dort mindestens 4 Wochen belassen. Das Drahtnetz diente dazu, die Leinwandhülle, die in der Erde ihre Festigkeit verlor, so zusammen zu halten, dass eine Verun-

1) E. Rutherford, Nature 67, 511, 1903.

reinigung der Stoffe durch Erde ausgeschlossen war. Nach dem Ausgraben liess sich an dem Baryt, der Kreide und der Baumwolle keine merkliche Aktivität wahrnehmen, dagegen war sie bei dem Thone unverkennbar. Durch ihr Abnehmen im Laufe der Zeit, das übrigens bei verschiedenen Proben ungleich verlief, verriet sie sich in der That als eine induzierte.

Es ist ein merkwürdiges, die weitere Untersuchung erschwerendes Zusammentreffen, dass der Thon, der den die Bodenluft aktivierenden primär strahlenden Körper enthält, wiederum selbst durch diese Bodenluft zu sekundärer Strahlung erregt wird.

Ganz kurz berichten wir noch über einige weitere Versuche, die die obigen Ergebnisse teils ergänzen, teils nur bestätigen.

Brachten wir einige Kilo Erdreich in einen geschlossenen Raum von etwa 40 Liter Inhalt, so liess sich nach Verlauf von wenig Stunden an einem eingeführten, auf — 2000 Volt geladenen Metalldrahte die induzierte Aktivität mittels des Zerstreuungsapparates leicht nachweisen. Saugten wir Luft durch ein grösseres Quantum Erde, das sich in einem Blechgefässe befand und liessen sie unmittelbar nach dem Verlassen der Erde unter die Glasglocke treten, die den Zerstreuungsapparat unter dem schützenden Drahtnetze überdeckte, so hatte sie stets ein abnorm hohes Leitvermögen, das aber nach wenigen Minuten, sobald der Luftstrom ruhte, verschwand. Es lag nahe, anzunehmen, dass die Luft beim Passieren der Erde durch deren Becquerelstrahlung in ähnlicher Weise ionisiert wurde, wie etwa beim Vorüberströmen an einer thätigen Röntgenröhre. Dass indessen eine einfache Ionisierung dieser Art nicht vorlag, sondern vielmehr eine Aufnahme von aktiver Emanation aus der Erde, zeigte sich, als wir die Luft vor deren Eintritt in die Glocke durch ein Metallrohr von 1,5 cm Durchmesser und 10 cm Länge leiteten, in dessen Achse ein isolierter Draht gespannt war; das Rohr und der Draht standen mit den Polen einer Hochspannungssäule von etwa 1600 Volt in Verbindung. Die Luft floss daher innerhalb eines kräftigen elektrischen Feldes, durch das etwaige freie Ionen entweder ganz beseitigt, oder doch der Zahl nach stark vermindert werden mussten. Es ergab sich indessen keine Änderung des Elektrizitätsverlustes unter der Glocke, mochte das elektrische Feld angelegt sein oder nicht. Es ist daher die Erscheinung so zu deuten, dass die Luft beim Strömen durch die Erde eine geringe, schnell unwirksam werdende Menge aktiver Emanation aufnimmt. Liess man die Luft durch inaktives Material, wie Schwerspat oder Kreide, fliessen, so blieb jede Wirkung aus.

Einer Anregung des Herrn Bodländer in Braunschweig folgend untersuchten wir auch die natürliche Kohlensäure, die auf altem vulkanischen Boden aus grossen Tiefen emporquillt, auf ihren Gehalt an aktiver Emanation. Wir liessen uns eine Stahlflasche voll solcher natürlicher Kohlensäure in flüssigem Zustande von dem Kohlensäurewerk von Schoor und Wolter in Burgbrohl am Rhein unmittelbar nach der Füllung zusenden. Obgleich der Transport fünf Tage in Anspruch genommen hatte, erwies sich das aus der Flasche unter die mehrfach erwähnte Glasglocke geleitete Gas als deutlich ionisiert. Dass wir es nicht etwa mit einer Elektrizitätserregung beim Aufschäumen des Inhalts der Flasche oder durch Tröpfchenreibung an der Ausströmungsöffnung zu thun hatten, sondern mit einer wahren Radioaktivität, ging, abgesehen von dem Fehlen unipolarer Leitung einerseits aus der Dauer der Leitfähigkeit des Gases (die einige Tage anhielt) hervor, andererseits aus der Möglichkeit, einen in dasselbe geführten negativ geladenen Metalldraht sekundär zu aktivieren. Nach Verlauf von 16 Tagen war das aus der fast noch völlig gefüllten Flasche entnommene Gas inaktiv und verhielt sich nun wie künstliche Kohlensäure, die wir aus Natriumbicarbonat und verdünnter Schwefelsäure entwickelten und wie die natürliche durch ein Baumwollfilter unter die Glocke leiteten.

Die aus dem Erdboden quellende Kohlensäure führt demnach gerade so wie die in den Erdkapillaren enthaltene Luft eine aktive Emanation mit sich. Es würde von Interesse sein, die aus Tiefquellen und Thermen aufsteigenden Gase unmittelbar nach ihrem Zutagetreten auf die gleiche Eigenschaft zu untersuchen.[1])

Um jederzeit ein grösseres Volum von mit Bodenemanation beladener Luft zur Verfügung zu haben, liessen wir eine oben tubulierte Glocke aus starkem Eisenblech von etwa $1^1/_4$ cbm Inhalt mit ihrem unteren Rande 25 cm tief in die Erde des Gartens an unserer Wohnung eingraben. Bei verschlossenem Tubus stellt sich durch Diffusion bald die Gleichheit der Aktivität der unter der Glocke eingeschlossenen Luft mit der des Erdbodens heraus.

Die kräftige Aktivierung, die wir an Drähten beobachteten, die wir durch den Tubus isoliert und mit negativer Ladung einsenkten, veranlasste uns dazu, phosphoreszierende Körper in gleicher Weise zu behandeln, indem wir erwarteten, deutliche Lichterscheinungen an diesen wahrzunehmen.

Als wir in dieser Weise einen mit Sidotscher Blende überzogenen Kartoncylinder, der vorher tagelang im Dunkeln aufbewahrt war und keine Phosphoreszenz erkennen liess, in

1) Inzwischen hat Herr J. J. Thomson gefunden, dass die in manchen Brunnenwässern enthaltene Luft in der That vorübergehend radioaktiv ist. (Nature, No. 1752, Vol. 68, 1903.)

dunkler Nacht in jene Glocke brachten und ihn mehrere Stunden auf 2000—3000 Volt negativ luden, gab er nach dem Herausnehmen eine zwar schwache, aber im völlig dunkeln Raume deutlich erkennbare Phosphoreszenz.

Bei näherem Betrachten der Erscheinung bemerkten wir jenes eigentümliche flimmernde Aufleuchten, das inzwischen schon von Herrn Crookes und uns selbst beschrieben ist[1]), und das durch das unausgesetzte Auftreten und Verschwinden unzähliger Lichtpunkte auf der Blende hervorgerufen wird.

Es drängte sich uns sofort der Gedanke auf, dass diese aufblitzenden Pünktchen die Stellen bezeichneten, an denen von der die Zinkblende überziehenden radioaktiven Schicht negative Elektronen abgeschleudert würden. Herr Crookes, der dieselbe Beobachtung machte, als er ein Radiumpräparat einem mit Sidotscher Blende überzogenem Schirme näherte, fasst sie dagegen als die Stellen auf, in denen die von dem Radium ausgehenden Elektronen die Oberfläche des Schirmes treffen. Wenngleich die eine wie die andere Auffassung noch stark hypothetisch ist, möchten wir doch die unsrige deshalb für die wahrscheinlichere halten, weil in unserm Versuche ein radioaktiver Körper ausser der phosphoreszierenden Oberfläche überhaupt nicht vorhanden war, eine Bewegung von Elektronen gegen die letztere also überhaupt nicht stattfand. H. Geitel.

II. Über die Abhängigkeit der Radioaktivität der freien Atmosphäre von meteorologischen Elementen. Vom 15. Dezember 1901 bis Ende Dezember 1902 haben wir an insgesamt 155 Tagen die Radioaktivität der Luft an unserem Wohnorte nach der von uns angegebenen und bereits genau beschriebenen[2]) Methode bestimmt. Dabei wurde der 10 m lange, etwa 1 mm starke Metalldraht an Ebonitisolatoren mit Natriumtrocknung von einer Ecke des Hauses zu einer anderen im rechten Winkel dazu gelegenen etwa 2 m oberhalb des Erdbodens frei ausgespannt; eine kurze befeuchtete Schnur verknüpfte ihn mit der inneren Belegung einer Leydnerflasche; die Konstanz der Ladung des Drahtes wurde mittels eines an ihn angeschlossenen Hochspannungselektroskopes kontrolliert; die Expositionszeit betrug immer je zwei Stunden. Es war uns indessen nicht möglich, die die Leydnerflasche ladende Vorrichtung (Induktorium, Wasserinfluenzmaschine, Hochspannungstrockensäule) jedesmal andauernd zu überwachen, doch war dafür Sorge getragen, dass das Potential des gespannten Drahtes 2800 Volt nicht überstieg und nicht unter 2000 Volt heruntersank. Den von uns ermittelten Zahlen haftet aus diesem Grunde eine gewisse Unsicherheit an, zumal sich später herausstellte, dass die Abhängigkeit der auf dem Drahte hervorgerufenen induzierten Radioaktivität vom Potential während der Exposition grösser ist als wir anfänglich glaubten. Der von uns seiner Zeit (vgl. diese Zeitschrift **4**, 96, 1902) ausgesprochene Satz, dass für dünne Drähte die induzierte Radioaktivität praktisch von dem Potential des Drahtes während seiner Aktivierung in freier Luft unabhängig ist, sofern dies nur 2000 Volt überschreitet, kann wahrscheinlich, wie sich inzwischen herausgestellt hat, nicht ohne Einschränkung aufrecht erhalten werden. Man wird vielmehr bei künftigen Messungen die Forderung stellen müssen, sowohl von Tag zu Tag den Draht auf genau das gleiche Potential zu laden, als auch während der Dauer einer Aktivierung mit ganz konstantem Potentiale zu arbeiten.

Nach Beendigung der Aktivierung wurde der Draht auf ein cylindrisches Metallnetz aufgewunden, das an die Wandung eng anschliessend in den für diesen Zweck bis auf eine centrale Öffnung auch unten geschlossenen Schutzcylinder unseres Zerstreuungselektrometers eingeführt wurde. Wir setzen wie früher die Aktivität der Luft gleich 1, wenn nach zweistündiger Exposition ein Meter des aktivierten Drahtes das Potential des Zerstreuungskörpers in 1 Stunde um 1 Volt erniedrigt. Vor jeder Messung bestimmten wir den Spannungsverlust, den der auf ein Potential von etwa 260 Volt geladene Zerstreuungskörper im Laufe einer Stunde im geschlossenen Schutzcylinder durch die natürliche Ionisierung der Luft erfuhr und brachten diesen Betrag dann bei der definitiven Messung in Abrechnung. Um das Beobachtungsverfahren und die angewandte Art der Berechnung zu kennzeichnen, lassen wir das Protokoll einer derartigen Bestimmung hier folgen:

Aktivierung am 27. Juni 1902. Bewölkung 1, hohe Transparenz der Luft, Elektrizitätszerstreuung 1,6%. Barometer 763,6. Temp. 26,6° C., Windrichtung und Stärke NE_1. Draht von 1—3 p mit der Hochspannungstrockensäule exponiert, Potential des Drahtes 2500 Volt.

I. Kontrollmessung vor der Aktivierung des Drahtes:

Anfangspotential: 20,2 Skltl = 264 Volt
Potential nach 15': 19,9 Skltl = 255 Volt

Spannungsverlust des Zerstreuungskörpers in 15 Minuten 9 Volt, also in 1 Stunde **36** Volt.

II. Messung mit aktiviertem Drahte:

Anfangspotential 22,0 Skltl = 264 Volt
Potential nach 10': 10,2 Skltl = 201 Volt

Spannungsverlust des Zerstreuungskörpers in 10 Minuten 63 Volt, also in 1 Stunde **378** Volt.

1) W. Crookes, Nature **67**, 522, 1903; J. Elster und H. Geitel, Diese Zeitschrift **4**, 439, 1903.

2) Diese Zeitschrift **3**, 305, 1902.

Wirkung des 10 m langen Drahtes allein $378 - 36 = 342$ Volt, also Wirkung pro Meter Drahtlänge: $\frac{342}{10} = 34{,}2$, also $A = \mathbf{34{,}2}$.

Die meteorologischen Daten entnahmen wir den Angaben der meteorologischen Station in Braunschweig, deren Vorstand, Herr Klages, uns dieselben bereitwilligst zur Verfügung stellte.

Wir halten die auf diese Weise gewonnenen „Aktivierungszahlen" (A), die bei auffallend hohen oder niedrigen Beträgen oft im Laufe eines Tages mehrfach kontrolliert wurden, für genau genug, um einige Schlüsse orientierender Natur aus dem gesammelten Materiale abzuleiten in der Hoffnung, dadurch zu einer Wiederholung unserer Versuche an andern Orten anzuregen.

Wir geben zunächst die Tabelle der Monatsmittel (A_m) unter Beifügung der beobachteten Maxima und Minima (A_{max} und A_{min}) sowie der Anzahl (n) der Beobachtungstage.

koeffizienten in neun Gruppen und ordneten dem Mittel jeder Gruppe der a die zugehörigen Mittel der A zu; so entstand Tabelle II.

Wie man sieht, schwanken überraschenderweise die Mittelwerte der A für eine prozentuale Zerstreuung von 0,8 bis 2 nur um wenige Einheiten, während die Maxima und Minima unregelmässig durch die Gruppen I bis VII verteilt erscheinen. Eine deutliche Steigerung der Werte A_m und A_{min} tritt gegenüber den voraufgehenden Werten erst in den beiden letzten — leider nur wenige Beobachtungen enthaltenden — Gruppen zu Tage.

Gegen eine unmittelbare Beziehung der Radioaktivität der Luft zum Zerstreuungskoeffizienten spricht auch der Umstand, dass bei Nebel meist Aktivierungen erhalten werden, welche das Jahresmittel übertreffen oder ihm nahe gleichen, während bekanntlich die Elektrizitätszerstreuung bei getrübter Luft nur gering ist. In Tabelle III sind einige Beobachtungen betreffend die Aktivierung durch neblige Luft zusammengestellt.

Tabelle I.

Monate	XII 1901	I 1902	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Bemerkungen
A_m . . .	28	14	13	20	16	24	32	—	15	16	9	22	22	Die Beobachtungen fielen aus im Monat Juli und ausserdem an Tagen mit andauernden atmosphärischen Niederschlägen.
A_{max}. . .	50	47	40	40	32	44	64	—	40	32	18	31	34	
A_{min}. . .	17	4	5	5	9	6	18	—	6	5	4	4	17	
n	16	20	19	11	13	10	11	—	18	13	11	8	5	

Tabelle II.

Abhängigkeit der Radioaktivität der Luft von der Elektrizitätszerstreuung.

Gruppe No.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Anzahl der Beobachtungen	12	14	19	9	11	10	9	9	3
a	0,80%	1,1%	1,4%	1,6%	1,7%	1,9%	2,1%	2,4%	3,3%
A_m	17,1	14,5	16,1	18,1	14,0	17,4	17,7	28,7	29,7
A_{max}.	40	43	41	32	22	40	64	47	40
A_{min}.	5	6	5	7	8	5	6	11	21

Man entnimmt der Tabelle I unmittelbar, dass der Gehalt der freien Atmosphäre an radioaktiver Emanation ganz ausserordentlich grossen Schwankungen unterworfen ist. Stehen doch die extremen Werte im Verhältnis von 16:1 (absolutes Max. = 64, absolutes Min. = 4). Als Jahresmittel ergiebt sich 18,6.

Zur Entscheidung der Frage, ob die in der Luft vorhandene Anzahl freier Ionen und ihre Beweglichkeit von Einfluss auf die Grösse der Aktivierungszahl ist, haben wir an insgesamt 96 Tagen auch die prozentuale Elektrizitätszerstreuung a bestimmt, indem wir letztere als ein Mass für jene beiden Grössen benutzten. Wir teilten alsdann die gewonnenen Zerstreuungs-

Tabelle III.

Radioaktivität der Luft bei Nebel.

Datum	A	Bemerkungen
20. XII. 01	25	Nässender Nebel
23. XII. 01	27	Nässender Nebel
13. II. 02	41	Leichter Bodennebel
1. III. 02	22	Feuchter Nebel
15. XI. 02	31	Starker Dunst
15. XII. 02	16	Nebel, Rauhreif
22. I. 03	45	Dichter Bodennebel

An fünf in die Tabelle nicht aufgenommenen Nebeltagen lagen die Aktivierungszahlen zwischen 4 und 12; inaktiv erwies sich also die durch Nebel getrübte Luft nie. Jedenfalls ergiebt sich aus diesen Beobachtungen, dass die Verhältnisse im freien Luftraume viel komplizierter liegen als in geschlossenen und unterirdischen Räumen, in denen die Leitfähigkeit der Luft mit dem Gehalt an radioaktiver Emanation aufs engste zusammenhängt.

Auch die Temperatur der Luft scheint nicht ohne bestimmenden Einfluss auf ihre Radioaktivität zu sein. Ordnet man die A nach Temperaturen über 0^0 und unter 0^0, so liefern die 136 Beobachtungen bei Temperaturen über 0^0 das Gesamtmittel 18 und die 19 Beobachtungen bei Temperaturen unter 0^0 das Mittel $A = 26$. Auch Rutherford ist bei der Wiederholung unserer Versuche in Canada aufgefallen, dass an kalten Frosttagen die Aktivität der Luft besonders hoch ist.

Bezüglich der Windrichtung ergiebt sich das Resultat, dass bei den aus dem Kontinente wehenden Winden die Werte der A durchschnittlich höher sind als bei solchen, die vom Meere her wehen. Vergl. Tabelle IV.

Tabelle IV.

Abhängigkeit der Radioaktivität der Luft von der Windrichtung.

Wind rein aus	A_m	A_{max}	A_{min}	n
S	22	50	6	14
N	15	23	4	4
E	22	64	6	18
W	12	32	5	23

Die auffällig hohen, oft ganz unvermittelt auftretenden Maxima der A wurden meist bei reinem Süd oder Ost beobachtet oder doch bei solchen Winden, die eine südliche oder östliche Komponente hatten.

Ob obiger Satz bezüglich der Windrichtung allgemein gültig ist, müssen weitere Versuche lehren und zwar unter Verwendung eines Drahtes, den man an einem Orte exponiert, wo er sämtlichen Windrichtungen gleichmässig zugänglich ist; uns war dies nicht möglich. Das Haus schützte ihn vor direkten nördlichen und östlichen Luftströmungen.

Aus diesem Grunde ist auch der Einfluss der Windstärke nach dem von uns gesammelten Materiale nur schwierig zu beurteilen. Dazu kommt noch, dass von den 155 Beobachtungen allein 111 auf die Windstärken 4, 5 und 6 entfallen. Für die Windstärken 1 und 2 liegen nur 14 Beobachtungen vor, für welche der Mittelwert $A = 23$ ist, während für die 9 Beobachtungen bei den Windstärken 7 und 8 sich $A_m = 13{,}5$ ergiebt. Diese Zahlen scheinen dafür zu sprechen, dass die Aktivierung um so höher gefunden wird, je stagnierender die Luft über dem Erdboden ist. Hierauf deuten auch die grossen bei getrübter Luft gefundenen Werte der A hin, da für unseren Wohnort Nebel fast stets mit vollständiger Windstille verknüpft sind. Doch ist es auch sehr wohl möglich, dass ein Optimum der Luftbewegung existiert.

Ganz unzweideutig tritt eine Abhängigkeit der Radioaktivität der Luft vom Barometerstande hervor; vgl. Tabelle V.

Tabelle V.

Abhängigkeit der Radioaktivität der Luft vom Barometerstande.

	Millimeter			
Mittlerer Barometerstand	740	750	760	770
A_m	23	19	17	13
Anzahl n	23	56	68	8

Dieser Einfluss des Barometerstandes wird verständlich unter Berücksichtigung der von uns aufgefundenen Thatsache, dass der Gehalt des unter der Erdoberfläche befindlichen Teiles der Atmosphäre an radioaktiver Emanation gegenüber dem oberhalb vorhandenen abnorm gross ist. Eine Verminderung des Luftdruckes wird daher zur Folge haben müssen, dass aus den Kapillaren der Erde Bodenluft in die Atmosphäre eindringt und die Aktivität vergrössert. Solange sich die Durchlässigkeit der Erdoberfläche nicht ändert, muss man erwarten, dass jede Abnahme des Luftdruckes von einem Anwachsen der Radioaktivität in der freien Atmosphäre begleitet werde. Doch wird dies nicht immer der Fall sein. Treten gleichzeitig Ereignisse ein, durch welche die Durchlässigkeit der Erdkapillaren beeinträchtigt wird, wie z. B. Änderungen im Stande des Grundwassers oder solche, durch welche der Luft die in ihr vorhandene radioaktive Emanation teilweise entzogen wird, wie z. B. reichlicher Fall von Niederschlägen [1]), so wird man ein Ansteigen der Aktivität mit sinkendem Barometer nicht erwarten dürfen.

Zur Prüfung dieser aus der Radioaktivität der Bodenluft sich ungezwungen ergebenden Folgerungen haben wir vom 14. Februar bis zum 29. März dieses Jahres die Versuche wieder aufgenommen und täglich je eine Messung angestellt.

1) Nach den Untersuchungen C. T. R. **Wilsons** und Mc **Lennans** sind Regen und Schnee induziert **aktiv**; die hier gemachte Voraussetzung ist also zutreffend. Vgl. J. C. Mc Lennan, University of Toronto Studies, Physical Science Series. 1903. No. 1. p. 12. (Diese Zeitschr. **4**, 295, 1903).

In Tabelle VI bezeichnet $-\delta B$ die Abnahme des Barometerstandes, $\pm\delta A$ die gleichzeitig beobachtete Zu- oder Abnahme der Aktivierungszahl. In dem angegebenen Zeitraume trat eine stetige Abnahme des Barometerstandes im Verlaufe zweier oder mehrerer aufeinander folgender Tage 14 mal auf. Wie man aus der Tabelle ersieht, findet sich, wenn man von einer am 22. Februar (nach dem bekannten Staubfalle) beobachteten Anomalie absieht, in 10 Fällen mit abnehmendem Luftdrucke eine Steigerung der Radioaktivität und nur in 4 Fällen verläuft die Schwankung im Werte der A im entgegengesetzten Sinne. Bei diesen Messungen wurde, um die Beobachtungszeit zu kürzen, der zu aktivierende Draht nur 30 Minuten lang exponiert: infolgedessen sind für den angegebenen Zeitraum die Unterschiede zwischen A_{max} und A_{min} weit geringer als bei zweistündiger Exposition. Die Werte der A schwankten jetzt nur zwischen 4 und 24 gegen 4 und 64 bei den früheren Messungen.

Tabelle VI.

Übersicht über die Zunahme der Aktivierung mit fallendem Barometer.

Intervall von	Intervall bis	$-\delta B$	δA	Bemerkungen
18/II	23/II	−13,5	+14,6	Am 22. kurz andauernde Schwankung im entgegengesetzten Sinne nach Staubfall und Regen
24/II	25/II	− 1,5	+ 4,8	
25/II	26/II	− 4,7	−13,8	Schwankung im entgegengesetzten Sinne. Am 26. morgens 7 Uhr bereits Regen; der zweite Tag regnerisch
26/II	28/II	−10,7	+12,7	
1/III	3/III	−19,9	+ 3,0	
4/III	5/III	− 0,6	+ 3,9	
9/III	10/III	− 5,0	− 8,1	Schwankung im entgegengesetzten Sinne
10/III	11/III	− 0,4	+ 6,9	
14/III	15/III	− 3,7	+ 5,4	
15/III	16/III	− 3,9	− 6,7	Schwankung im entgegengesetzten Sinne
17/III	18/III	− 6,2	+ 6,8	
21/III	23/III	− 7,8	+10,1	
23/III	24/III	− 1,3	−19,7	Schwankung im entgegengesetzten Sinne nach ergiebigem nächtlichen Regenfalle
25/III	27/III	− 6,8	+13,5	

Im Laufe des Monats Juli 1902 haben wir Aktivierungsversuche ausserhalb Wolfenbüttels angestellt und zwar Geitel in der ersten Hälfte des genannten Monats in Clausthal im Harz und in der zweiten am Strande von Zinnowitz an der Ostsee, während Elster vom 6. bis 31. Juli derartige Bestimmungen auf der nordfriesischen Insel Juist durchführte.

Die Resultate Geitels haben, soweit sie sich auf Versuche mit Kellerluft erstreckten, bereits in der voranstehenden Mitteilung Berücksichtigung gefunden.

Zu den Versuchen in Juist diente das von uns zusammengestellte transportable Instrumentarium zur Bestimmung der Radioaktivität der Luft[1]) bestehend aus dem Zerstreuungselektrometer, dem Hochspannungselektroskop, der Hochspannungstrockensäule von ca. 2500 Volt Klemmenspannung und zwei glockenförmigen Drahthaltern mit Ebonitisolatoren und Natriumtrocknung. Dasselbe hat sich, wie wir hervorheben möchten, durchaus bewährt; es gelang selbst bei feuchter Witterung und mit Salzstaub erfüllter Luft das Drahtsystem kurze Zeit nach dem Anschluss an den negativen Pol der Säule so aufzuladen, dass das Hochspannungselektroskop 2200 Volt zeigte und dem Drahte kleine Fünkchen entzogen werden konnten.

Die Messungen wurden nicht am Strande selbst vorgenommen, sondern auf einem freien Platze im Dorfe. Die Drähte waren in etwa 3 m Höhe über dem Erdboden zwischen zwei eingerammten Bambusstangen isoliert befestigt. Von dem gespannten Drahte führte eine Zuleitung unter rechtem Winkel zum negativen Pol der Säule, die bei heiterem Wetter in der Sonne im Freien auf einem Tischchen stand; bei unsicherer Witterung dagegen im Innern eines Hauses ihren Platz hatte; in diesem Falle war der Draht durchs offene Fenster geführt.

Im ganzen wurde an 21 Tagen gemessen. Als Mittelwert ergab sich: $A_m = 5{,}2$; das Maximum $A_{max} = 15{,}8$ wurde bei NNW-Sturm und böiger Wetterlage am 11. VII. beobachtet, das Minimum $A_{min} = 1{,}6$ am 25. VII bei schwachem SW und bedecktem Himmel.

Vergleicht man hiermit die in Wolfenbüttel vom 20. Juni bis zum 1. Juli und dann wieder vom 1. August bis zum 1. September unter genau den gleichen Versuchsbedingungen (es wurde in den angegebenen Zeiträumen auch hier ausschliesslich die Hochspannungstrockensäule verwandt) ermittelten Werte:

Juni: $A_m = 27$ $A_{max} = 34$ $A_{min} = 16$ $n = 5$

August: $A_m = 15$ $A_{max} = 40$ $A_{min} = 6$ $n = 18$

so kommt man zu dem Schlusse, dass die Seeluft etwa nur ein Drittel soviel radioaktive Emanation enthielt wie die in Wolfenbüttel. Dabei war die Elektrizitätszerstreuung sicher nicht geringer als bei uns. Im Mittel aus ebenfalls 21 (Doppel-)Beobachtungen ergab sich:

$$a_+ = 1{,}23 \quad a_- = 1{,}89,$$

also $a = 1{,}56$ gegen $1{,}43$ in Wolfenbüttel im Juni und $1{,}55$ im August[2]), man wird also die mittlere prozentuale Zerstreuung im Juli bei uns sehr nahe $= 1{,}4$ setzen dürfen.

Dieser Umstand, dass die Seeluft mindestens

1) Diese Zeitschrift. 4, 138, 1902.

2) Wien. Ber. Bd. 111. Abt. IIa. S. 961. 1902.

gleich gut leitet, aber dabei weniger radioaktive Emanation enthält als die Luft über dem Binnenlande, deutet wohl darauf hin, dass noch andere Quellen der Ionisierung des Luftmeeres vorhanden sind als das Eindringen von Bodenluft. Die an Zahl nur geringen Beobachtungen Geitels in Zinnowitz an der Ostsee führten ebenfalls zu niedrigeren Aktivierungszahlen für die freie Atmosphäre als in Wolfenbüttel; eine Messung in Clausthal ergab $A = 33$.

Die geringe Radioaktivität der Luft über Juist hat nun auch zur Folge, dass Aktivierungen durch das natürliche elektrische Feld der Erde weit weniger deutlich ausgeprägt sind als bei uns. Bei steifer Seebrise ist es ja leicht möglich, einen Drachen stundenlang in sehr bedeutender Höhe über der Erdoberfläche zu halten. Derartige Versuche wurden an Tagen mit einem elektrischen Gefälle von 200—400 Volt/Meter, die in Juist häufig auftreten[1]), mehrfach angestellt. Die Aktivität des obersten Endes der Drachenschnur war aber sehr gering. Am 5. VII. ergab sich $A = 1.6$, am 8. VII. $A = 2,0$, am 19. VII. gar nur $A = 0,4$ und am 22. VII $A = 2,3$. Bei Verwendung einer mit Seewasser befeuchteten Schnur fand sich am 29. VII. $A = 3,7$. Es sind dies Werte von derselben Grössenordnung, wie sie bei uns horizontal gespannte geerdete Drähte in etwa 10 m Höhe über dem Erdboden liefern bei einem Potentialgefälle von etwa 100 Volt/Meter. (Vergl. unseren vorjährigen Bericht.) J. Elster.

1) Terr. Magnetism. VII. Nr. 1. S. 9. 1902.

(Eingegangen 6. Juni 1903.)

Versuch über die zeitliche Gewichtsänderung von Radium.

Von Ernst Dorn.

Das Ergebnis der Versuche von Herrn Heydweiller[1]), nach denen ein radiumhaltiges Präparat von de Haën täglich 0,02 mg an Gewicht verloren hat, erregte in mir den Wunsch, diesen merkwürdigen Vorgang selbst zu beobachten.

Am 3. Dezember 1902 schmolz ich 29,9 mg des sehr aktiven „reinen" Radiumbromides von Buchler & Co.[2]) in ein Röhrchen aus dem alkalifreien Jenaer Glase 477^{III} (Länge 6,0 cm, äusserer Durchmesser 0,46 cm, Wandstärke 0,3 mm) ein. Als Gegengewicht diente ein gleichlanges, mit Sand gefülltes und ebenfalls zugeschmolzenes Stück derselben Röhre. Beide Röhrchen erhielten zum Aufhängen Ösen aus gleichlangen Stücken desselben Platindrahtes; das Gewicht des Ganzen betrug 1,1084 bezw. 1,1088 g.

Bei den Wägungen hingen die Röhrchen an Häkchen der Schalenbügel; dazwischen an Haken aus blankem Kupferdraht nebeneinander unter einem Glassturz, der in einen Falz eines Holzbodens einfiel und mit einem Sammetring versehen war.

Das Glas der Röhrchen kam während der ganzen Versuchsdauer mit keinem fremden Körper[1]) in Berührung; zum Transport wurden die Platindrähte mit einer Elfenbeinpinzette gefasst.

Das zur Interpolation dienende Platinmilligramm wurde auf einer Glasplatte unter doppelter Glasglocke aufbewahrt.

Die Wage (von Bosch) hatte Spiegelablesung (Skalenabstand 196,5 cm), ihre Empfindlichkeit variierte etwas mit der Temperatur und betrug bei der Beobachtungsreihe im Winter 33,3 mm für 1 mg, im Frühjahr 31,3.

Für die Wage war in einem grossen gewölbten, ruhig gelegenen Raume, dessen Steinfussboden ebenfalls einem Gewölbe auflag, aus Ziegeln ein Tisch mit Schieferplatte aufgemauert.

Das Beobachtungsfernrohr stand auf einem Stativ aus altem Ahornholz; dass seine Unveränderlichkeit genügte, konnte durch Beobachtung der arretierten Wege kontrolliert werden.

Die Wage war umgeben von einem doppelwandigen Kasten aus blankem Zinkblech, der nur einen durch Glas verschlossenen Ausschnitt für die Spiegelablesung hatte.

Die zur Skalenbeleuchtung dienende Glühlampe war nach der Wage zu mit Stanniol bedeckt und durch einen doppelten Zinkschirm abgeschirmt.

Im Frühjahr wurden zwei Näpfe mit Radiumchlorid (Aktivität 240)[2]) unter den Wagekasten gesetzt, um auch bei der Beobachtung der Ruhelage elektrostatische Ladungen sicher auszuschliessen.

Nach Öffnung des Wagekastens wurde frühestens nach 7 Min. beobachtet, meist verstrichen mehr als 10 Min.

Das Barometer und ein Psychrometer nach Assmann wurde während jeder Beobachtungsreihe abgelesen; jedoch hat sich, wie zu erwarten stand, ein Einfluss von Luftfeuchtigkeit und Luftdichte nicht gezeigt.

Die Einstellung der Wage wurde nach jeder Auslösung aus 2 Sätzen von je 7 Umkehrpunkten (Amplitude etwa 30 und 20 mm-Skalentheile) abgeleitet; das Wägungsschema war gewöhnlich $u\, l_1\, l\, u\, r\, r_1\, u\, l l_1\, u$ (u = unbelastet, l, l_1 =

1) Diese Zeitschrift 4, 81, 1902.
2) Am nächsten Tage war das Glas bereits deutlich braun gefärbt.

1) Abgesehen von einem Falle. S. unten.
2) Verh. der Deutschen physik. Ges. 5, 189, 1903.

Radium, bezw. noch + 1 mg links, r, r_1 rechts) oder damit gleichwertig.

Nachstehendes Täfelchen vereinigt die Ergebnisse der Wägungen; angegeben ist die Differenz Röhrchen mit Radium — Röhrchen mit Sand in mg.

Datum	$R-S$	Datum	$R-S$
23. 12. 02	—0,376	25. 3. 03	—0,383[2])
24. 12.	—0,381	26. 3.	—0,383
25. 12.	—0,386	28. 3.	—0,384
26. 12.	—0,386	29. 3.	—0,381[3])
27. 12.	—0,377	1. 4.	—0,381
28. 12.	—0,380[1])	2. 4.	—0,380
29. 12.	—0,382	10. 4.	—0,382
2. 1. 03	—0,384		
3. 1.	—0,382		
4. 1.	—0,384.		

Der Mittelwert der 5 letzten Winterbeobachtungen ist

$$-0{,}382_4 \pm 0{,}0013 \text{ mg};$$

derjenige der ersten 3 Messungen vom Frühjahr

$$-0{,}383_3 \pm 0{,}000_4 \text{ mg};$$

aus sämtlichen Messungen im März und April würde folgen

$$-0{,}3820 \pm 0{,}0011 \text{ mg},$$

doch ist es nicht unmöglich, dass durch die Pinzette am 29. 3. etwas von der auf dem Röhrchen gebildeten Oberflächenschicht fortgewischt wurde.

Jedenfalls aber schliessen meine Beobachtungen eine Gewichtsabnahme von mehr als 0,001 mg in nahe 3 Monaten aus.

Herr Heydweiller fand bei 5000 mg einer von de Haën bezogenen radiumhaltigen Substanz eine Gewichtsabnahme von 0,02 mg täglich. Wollte ich für das Radiumbromid von Buchler & Co. gleiche Eigenschaften voraussetzen, so müssten die 30 mg in 90 Tagen 0,011 mg verloren haben.

Indessen war es von vornherein wahrscheinlich, dass das Radiumbromid sehr viel aktiver war, als die Substanz von de Haën.

Herr Heydweiller hatte die grosse Freundlichkeit, Beobachtungen über die entladende Wirkung an einem Elektroskop nach Elster und Geitel mit einer von mir übersandten Substanz B (in ein Röhrchen von Glas 477^{III} eingeschmolzen) und mit seinen aktiven Substanzen anzustellen. Indem ich dann die Substanz B und die hiesigen Präparate an einem ähnlichen Elektroskop hier prüfte, liess sich die Aktivität wenigstens der Grössenordnung nach schätzen.

Nachstehend sind einige Beobachtungen zusammengestellt.

1) Von hier an wurde die Heizung einige Stunden vor der Wägung abgestellt.

2) Am 25. 3. nach Schema $u l_1 l r r_1 u$.

3) Das Sand enthaltende Röhrchen musste einmal mit der Pinzette am Glase gefasst werden.

Beobachter Herr Heydweiller; Entladung von 220 auf 132 Volt.

Substanz	Abstand cm	Dauer Sek.
Keine	—	101
B	50; 30.	74; 65.
de Haën	100; 50; 30.	77; 61; 48.
5 mg Radiumbromid.	200; 100	28; 11,5.

Beobachter D.; Entladung von 223 auf 134 Volt.

Substanz	Abstand cm	Dauer Sek.
Keine	—	845
B	50; 30.	116; 54.
30 mg Radiumbromid.	200	13.

Eine genauere Vergleichung wird durch die unvollkommene Isolation des Elektrometers von Herrn H. erschwert; immerhin möchte ich die Wirkung der 30 g Radiumbromid auf wenigstens das Zehnfache derjenigen der Substauz von de Haën schätzen.

Hieraus geht nun hervor, dass der von Herrn Heydweiller beobachtete Gewichtsverlust nicht von der das Glas durchsetzenden Strahlung herrühren kann.[1]) Durch das Glas gehen aber nach der Bezeichnung von Herrn Rutherford die β- und γ-Strahlen.

1) Herr Heydweiller teilte mir mit, dass er seit seiner ersten Veröffentlichung weitere Thatsachen auf diesem Gebiete gesammelt hat.

Halle, 5. Juni 1903.

(Eingegangen 7. Juni 1903.)

Über die Dispersion elektrischer Wellen in Wasser.

Von Erich Marx.

Die auffallend grosse Dielektrizitätskonstante und die Wichtigkeit der genauen Kenntnis der physikalischen Eigenschaften des Wassers hat eine grosse Anzahl von Forschern veranlasst, nach verschiedensten Methoden die Grösse der Dielektrizitätskonstante zu messen.

Die Unterschiede im Ergebnis dieser Messungen liegen zum Teil weit ausserhalb des von den verschiedenen Forschern als „möglicher Fehler" angegebenen Unterschiedes. Hierauf hatte ich s. Z., gelegentlich der Publikation eigener Bestimmungen, hingewiesen, und ich hatte, mit dem ausdrücklichen Bemerken, dass erst weitere Messungen die Realität der Abweichungen sicherstellen können, gezeigt, dass die vorhandenen Messungen sich innerhalb ihres „wahrscheinlichen Fehlers" durch die empirische Formel

$$\lambda = 2\,2n + 1 \,.\, \varrho$$

(nach der Maxima und Minima der Dielektrizitätskonstante für die Wellenlänge folgen würden, die

man erhält, wenn man für n ganze Zahlen, für ϱ eine Konstante einsetzt), angenähert darstellen lassen.[1])

Vor allem erschien es zur Entscheidung der Existenz einer Dispersion wünschenswert, eine einheitliche Methode bei Variation des Wellenbereiches zu verwenden. Dies habe ich nun für den Bereich der Periodenzahlen 10^{-7} bis 10^{-8} durchgeführt, und hierbei innerhalb $^1/_2$ Proz. keine elektrische Dispersion gefunden.[2]) Dies zeigt, dass für lange Wellen die obige Formel keine Gültigkeit hat. Wenn man aber auch für kurze Wellen nur die Beobachtungen in Betracht zieht, die nach einheitlicher Methode gemacht sind, so würde sich bei solcher Zusammenstellung ergeben, dass auch bei kurzen Wellen kein periodischer, sondern rein normaler Dispersionsverlauf stattfindet. Solche nach einheitlicher Methode angestellten Messungen sind nämlich die nach Drudes Vorgang, mit Blondlotschem Erreger und festliegender erster Brücke, von Drude und auf gleiche Art, in anderem Wellenbereich von mir ausgeführten Bestimmungen. Die Zusammenstellung dieser, wohl als einheitlich zu bezeichnenden Messungen, ergiebt folgendes:

$\lambda =$	3,2 cm	36,5 cm	38,0	53	75	205
Drude n_{17} . .	—	—	9,14	—	9,04	8,98
Marx n_{17} . .	9,22	9,08	—	9,15	—	—

Hieraus lässt sich in der That nur auf eine schwache normale Dispersion auch für kurze elektrische Wellen schliessen. Dass eine solche sehr wahrscheinlich ist, darauf hat Drude[3]) schon früher aufmerksam gemacht.

Es würde also bei dieser Zusammenstellung der Dispersionsverlauf rein normal (innerhalb der Beobachtungsfehler) sich ergeben. Ich möchte um so mehr Nachdruck auf dieses Resultat legen, als es die alten, s. Z. von mir mit grosser Sorgfalt angestellten Messungen mit berücksichtigt, für deren Darstellung (im Zusammenhang mit anderen, nicht einheitlichen Messungen) ich damals die obige Formel aufsuchte. Die Messungen stehen, so zusammengestellt, im Einklang mit der von Drude zitierten Folgerung, rein normalen[4]) Dispersionsverlaufes.

Das Zweifelhafte obiger Formel war von mir damals zwar hervorgehoben, aber wohl nicht genügend betont worden. Um so nachdrücklicher möchte ich darauf hinweisen, dass meine einheitlichen Messungen für lange Wellen keine Dispersion ergeben haben, und dass für kurze Wellen sich obige Zusammenstellung bei alleiniger Berücksichtigung der, nach einheitlicher Methode erzielten Resultate ergiebt, dass also die Formel für lange Wellen, vielleicht auch für kurze, ungültig ist.

Entschieden ist es freilich bisher noch nicht, ob überhaupt keine Richtungswechsel im Dispersionsverlauf des Wassers stattfinden. Die Bearbeitung dieser Frage erscheint um so notwendiger, als durch 3 Beobachter, Cole[1]), Drude[2]) und Wildermuth[3]) in dem Bereich zwischen 3 cm und 40 cm Wellenlänge, zweifellos das Vorhandensein von Absorption festgestellt worden ist.

Erst eine Methode, die hier einheitlich vorgeht, wird entscheiden können, ob der Dispersionsverlauf auch im Absorptionsgebiet normal ist. Nur eine kontinuierlich die Wellenlänge variierende Methode wird die wichtige Frage nach Eigenschwingungen im elektrischen Spektrum auch für kurze elektrische Wellen lösen.

1) E. Marx, Inaug.-Diss. Göttingen 1898, S. 36.
2) Habilitationsschrift. Leipzig 1903.
3) P. Drude, Wied. Ann. **59**, 41, 1896.
4) Auf Seite 47 meiner Habilitationsschrift muss es statt „anomal", wie sofort ersichtlich „normal" heissen.

1) A. D. Cole, Wied. Ann. **57**, 290, 1896.
2) P. Drude, Wied. Ann. **65**, 499, 1898.
3) K. Wildermuth, Dr. Ann. **8**, 224, 1902.

Leipzig, 12. Juni 1903.

(Eingegangen 12. Juni 1903.)

Über die Periode des musikalischen Flammenbogens.

Von S. Meisel.

Die Frage von der Periode des Duddellschen musikalischen Flammenbogens durfte man bis in die letzte Zeit nicht für endgültig gelöst halten. Die Untersuchungen von Duddell[1]) und Tissot[2]) zeigten, dass dessen Schwingungen dem einfachen Thomsonschen Gesetze gehorchen und die Periode aus der bekannten Formel

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

berechnet werden könne. Sich auf diese Formel stützend, hat man vorgeschlagen, den Bogen zur Ermittelung von kleinen Selbstinduktionskoeffizienten anzuwenden. P. Janet[3]) hat sogar für diesen Zweck eine Methode gegeben, welche die Bestimmung der Schwingungsperiode zu vermeiden erlaubte und nur auf elektrischen Messungen basiert war. Er untersuchte auch[4]), von der Thomsonschen Formel ausgehend, die Verteilung der Stromstärken in verschiedenen Teilen des Bogenstromkreises. Dagegen sprechen die Arbeiten von Wertheim[5]) und

1) Duddell, The Electrician **46**, 269, 310.
2) Tissot, Eclairage Electr. **36**, 354, 1902.
3) P. Janet, C. R. **134**, 462, 1902.
4) P. Janet, C. R. **134**, 821, 1902.
5) Wertheim-Salomonson, Versl. Kon. Akad. Wet. Amsterdam 381, 1902; siehe auch Fabry, Ecl. Electr. **10**, 375, 1903.

[redacted]

insbesondere von Ascoli und Manzetti[1]) in gewissem Grade gegen die Gültigkeit der Thomsonschen Formel für die Berechnung der Bogenperioden. Ascoli und Manzetti, welche die von Janet vorgeschlagene Methode der Messung von Selbstinduktionskoeffizienten prüfen wollten, haben gefunden, dass sie völlig falsche Resultate giebt. Sie untersuchten weiter auf stroboskopischem Wege den Flammenbogen und fanden, dass in ihm sich wenigstens zwei verschiedene Schwingungen aufeinander lagern: eine, die von der Kapazität und Selbstinduktion der Abzweigung abhängig ist und die andere, die dem Bogen selbst angehört.

Anfang dieses Jahres war ich beschäftigt, die Geschwindigkeit der Lichtausbreitung mit Hilfe des musikalischen Lichtbogens zu bestimmen. Die Methode war die bekannte Schwingungsmethode, die bereits von Colley[2]) und Lodge und Glazebrooke[3]) angewendet worden ist; wenn man die Kapazität eines Kondensators im elektrostatischen Mass, den Selbstinduktionskoeffizienten im elektromagnetischen und die Periode der Schwingungsentladung des Kondensators bestimmt hat, so kann man die Lichtgeschwindigkeit berechnen nach der Formel

$$v = \frac{2\pi}{T} \sqrt{L m C e}$$

Das Interesse der Arbeit lag in der Anwendung des musikalischen Bogens zur Bestimmung der Schwingungsperiode. Die Idee wurde mir von Herrn Dr. Gerschun gegeben. Die Kapazität wurde durch Vergleichung des Bogenkondensators mit einem Normalkondensator, dessen Kapazität aus den Dimensionen berechnet war, nach der Nernstschen[4]) Methode bestimmt. Die Selbstinduktion wurde nach der Stefanschen Formel für den Kreis berechnet. Die Periode des Flammenbogens wollte ich anfangs nach der akustischen Methode mittels einer Sirene von Cagniard-Latour bestimmen. Aber es war sehr schwer einen guten Einklang mit dem Bogen zu bekommen, denn die Tonhöhe des letzteren schwankte beträchtlich. Auch konnte ich mich mit der für die Lichtgeschwindigkeit gefundenen Zahl $v = 2{,}81 \cdot 10^{10} \frac{\text{cm}}{\text{Sek.}}$ durchaus nicht zufrieden geben. Ich dachte damals noch nicht, dass die Bogenperiode der Thomsonschen Formel nicht gehorche. Ich wandte mich zu der weniger subjektiven Fehlerquellen unterworfenen photographischen Methode und baute für diesen Zweck einen kleinen Apparat. Er bestand im wesentlichen aus einer hölzernen Trommel, die auf einer Stahlachse drehbar war. Letztere war mit einem Zähler verbunden. Ein Elektromotor setzte die Trommel in schnelle Bewegung. Das Bild des Bogens wurde mittels eines photographischen Objektives für die Trommel entworfen, welche mit einem Eastman-Celloidin-Film umgeben war. Ein Momentverschluss öffnete das Objektiv gerade für die Zeit, welche die Trommel brauchte, um eine Umdrehung zu vollbringen. Auf dem Film erschien unter der Wirkung des Bogens ein Streifen, in welchem starke Lichtintensitätsschwankungen deutlich zu bemerken waren. Eine von meinen Photographien ist hier abgebildet. Die Periode des Bogens kann sehr leicht durch die Formel $T = \frac{\lambda \Theta}{C}$, wo λ die Wellenlänge auf dem Film, Θ die Umdrehungszeit der Formel und C ihr Umfang ist, bestimmt werden.

Wenn die Thomsonsche Formel für den musikalischen Bogen gültig wäre, so müsste die Periode gleich 0,0006 Sek. sein, da die in der Abzweigung eingeschaltete Kapazität 3,43 M.-F. und die Selbstinduktion $3{,}39 \cdot 10^{-3}$ Henry betrug. Indessen schwankte die Periode auf verschiedenen Photographien zwischen 0,000732 Sek. und 0,000769 Sek. für einen 4,3 Amp.-Bogen. Auf den meisten Photographien bekam ich doch die Periode 0,000753 Sek. Ein Kontrollexperiment zeigte, dass die Trommel sich sehr gleichmässig umdrehe und die wirkliche Umdrehungszeit mit der mittels Zählers berechneten recht gut zusammenfalle.

Weitere Untersuchungen ergaben, dass die Periodenzahl pro Sekunde mit der Stromintensität abnehme. So z. B. für einen 2,3 Amp.-Bogen schwankte die Periode zwischen 0,000789 und 0,000813 Sek. blieb, aber im mittleren sehr nahe zu 0,000800 Sek.

Dieselbe Periode 0,000757 Sek. für einen 4,3 Amp.-Bogen ergab sich auch aus stroboskopischen Messungen. Zu diesem Zwecke benutzte ich die erwähnte Trommel, auf welcher

1) Ascoli und Manzetti, Rendiconti dei Lincei **11**, 11, 1902.
2) Colley, Wied. Ann. 1886.
3) Lodge und Glazebrooke, The Electrician **23**, 544.
4) Nernst, Ztschr. für Physik. Chemie **14**.

ein Streifen Papier befestigt wurde, auf dem schwarze vertikale Streifen gezeichnet waren. Die Trommel wurde in rasche Drehung gesetzt, mit dem Lichte des Flammenbogens beleuchtet und das Stehen der Linien beobachtet. Ich konnte dabei auch die von Ascoli und Manzetti beobachteten Erscheinungen kontrollieren. Sie entdeckten nämlich, dass das Stehen der Linien nicht einmal, sondern mehreremale eintritt und dabei die Linien öfters vielfach erscheinen. Daraus folgerten sie, dass im musikalischen Bogen mehrere übereinander gelagerte Schwingungen vorhanden wären. Dieser Meinung kann ich nicht zustimmen. Denn die Umdrehungszeiten der Trommel, bei welcher die Linien in grösserer Zahl, als die in der sie eingezeichnet sind, erscheinen, sind in einfachen Verhältnissen zu der dem Stehen der Linien in richtiger Zahl entsprechenden. Dabei erscheinen die Linien bei der halben Geschwindigkeit doppelt so dicht, bei dem Verhältnisse $^1/_3$ bis dreimal so dicht u. s. w. Das Phänomen kann daher sehr leicht durch eine einzige Schwingung erklärt werden.

Von dem von Ascoli und Manzetti geschilderten Phänomen selbständiger Schwingungen im Bogen beim einpoligen Anschliessen des Abzweigungskreises konnte ich keine Spur entdecken, weder mit Hilfe der Photographie, noch nach der stroboskopischen Methode. Es ist selbstverständlich, dass ich die Lichtgeschwindigkeit nach den erhaltenen Resultaten nicht mehr berechnet habe.

Die Resultate meiner Untersuchungen sind also folgende:

1. Die einfache Thomsonsche Formel darf für die Berechnung der Bogenperiode nicht angewendet werden.

2. Die Periode der Schwingung hängt von der Stromstärke ab.

3. Der musikalische Bogen kann überhaupt nicht zu genauen Messungen verwendet werden.

4. Die Voraussetzung zweier verschiedener Schwingungen im Bogen ist nicht notwendig.

Die Untersuchungen werden noch weiter verfolgt und ich hoffe, dass sie einiges Licht auf die Frage vom wirklichen Widerstand des Bogens werfen können.

Universität St. Petersburg, Physikalisches Institut.

(Eingegangen 27. Mai 1903.)

Seiten-Entladungen frei gespannter Drähte.

Von R. Wachsmuth.

Vor drei Jahren hat Herr Viol[1]) auf meine Veranlassung eine Untersuchung über die Leuchterscheinungen an blanken Metalldrähten angestellt. Ein feiner Draht wurde auf einem Holzbrett zwischen zwei isolierenden Stützen gespannt. Dem einen Ende des Drahtes wurden von dem negativen Pole einer Elektrisiermaschine unter Zwischenschaltung einer Funkenstrecke Ladungen zugeführt. Es zeigte sich, dass unter gewissen, reproduzierbaren Bedingungen der Draht nicht in seiner ganzen Länge aufleuchtete, sondern Erscheinungen aufwies, wie man sie z. B. bei den Lecherschen Drähten in der Anordnung von Coolidge[2]) kennt. Es hätte daher nahe gelegen, das Leuchten des Drahtes als stehende elektrische Welle zu deuten. Auch war der Ausgangspunkt der Arbeit die vergebliche Bemühung gewesen, einen der alten v. Bezoldschen Versuche[3]) zu wiederholen. Doch liess sich — mit Sicherheit, wie wir glauben — durch Variation der Versuchsbedingungen der mechanische Charakter der Schwingungen nachweisen, obwohl ein Grund für das Auftreten mechanischer Schwingungen des Drahtes damals nicht gefunden werden konnte.

Trotzdem hat Herr Johnson[4]) geglaubt, die Violschen Versuche als Beweis für das Vorhandensein elektrischer Schwingungen in dem Drahte ansprechen zu müssen. Gerade die von ihm aufgestellte Formel[5]) für die Grund- und Oberschwingungen widerspricht dieser Deutung. Die Formel enthält naturgemäss die Länge des Drahtes, das Experiment hatte aber gezeigt, dass hinzugefügte Drahtlängen (übrigens auch Spulen und Kapazitäten) ohne Einfluss waren. Freilich blieb auch eine Änderung der

1) O. Viol, Mechanische Schwingungen isoliert gespannter Drähte mit sichtbarer elektrischer Seitenentladung. Inaug.-Diss. Rostock 1900, Ann. d. Phys. **4**, 734, 1901; vergl. auch diese Ztschr. 1, 465, 1900.

2) W. Coolidge, Wied. Ann. **67**, 578, 1899.

3) W. v. Bezold, Pogg. Ann. **140**, 541, 1870 (vergl. auch H. Hertz, Ges. Werke II, 61). Eine Umkehrung der Grössen bei den Lichtenbergschen Staubfiguren nachzuweisen, wie sie Herr v. Bezold bei der Versuchsanordnung Fig. 12 fand, halte ich jetzt für aussichtslos. Ich habe selbst zu wiederholten Malen den Versuch gemacht, doch trat eine Umkehrung selbst bei Zwischenschaltung von Drahtlängen bis zu 70 m nicht auf. Wenn der „viel hundertmal längere Weg (als die einfache Verbindung zwischen Funkenmikrometer und erster Nadel) durch den Draht D", welcher erste und zweite Nadel verbindet ($D = 6{,}4$ m), eine Umkehrung der Figuren hervorrief, so muss D $^1/_4$ Wellenlänge entsprechen. Das ist aber nur möglich, wenn irgend ein grösseres System in Schwingung ist. Eine sichere Annahme über ein solches lässt sich wohl nicht machen. Vermutlich spielt die Kapazität des elektrischen Kuchens eine Rolle, vielleicht auch die Selbstinduktion der angehängten Induktionsspule.

4) K. R. Johnson, diese Zschr. **2**, 648, 1901.

5) $\lambda = 2\, l/(m + 1)$, worin l die Drahtlänge. Inzwischen hat Herr Johnson in einer Zuschrift an mich die Formel in $\lambda = 4\, l/n$ berichtigt.

Spannung des Drahtes einflusslos. Eine Erklärung für die offenbar zwangsmässig auftretenden mechanischen Bewegungen fehlte noch.

Eine solche hat sich nun im Laufe einiger Untersuchungen ergeben, die Herr Kock[1]) im hiesigen Institut ausgeführt hat. Der Grund der mechanischen Schwingungen ist die elektrostatische Anziehung durch benachbarte Leiter. Das Holzbrett, auf welchem der Draht zwischen isolierenden Stützen aufgespannt wurde, war nahe genug, um eine anziehende Wirkung auszuüben. Ein frei in der Mitte des Beobachtungsraumes ausgespannter feiner Metalldraht zeigte die Leuchterscheinung nicht. Näherte man ihm jedoch einen mit der Erde verbundenen Leiter, so trat das negative Glimmlicht an den benachbarten Drahtstellen auf, auch liess sich bei der grossen Länge des Prüfungsdrahtes die durch Anziehung, Ladungsausgleich und neue Anziehung hervorgerufene Bewegung direkt sehen. Es gelang nun Herrn Kock mit mehreren stanniolbelegten Glasplatten, die mit der Erde leitend verbunden waren, durch Annäherung an dieselben oder entgegengesetzte Seiten des Drahtes, die Verwandlung der Grundschwingung in eine solche mit 2, 3, 4 u. s. w. leuchtenden Bäuchen bei unveränderter Funkenstrecke zu erzwingen. Dasselbe lässt sich auch durch Annäherung eines einzigen, unter Glas geklebten Stanniolstreifens erreichen, wenn man die Länge der Funkenstrecke verändert. Entsprechend den Potentialschwankungen, welche durch eine grössere oder geringere Zahl von überspringenden Funken in der Zeiteinheit hervorgerufen werden, schwingt der Draht bald in Grundschwingung, bald in Oberschwingungen, genau wie in dem bekannten Versuch der Wellenlehre ein Seil, auf dem man durch immer schnellere transversale Bewegung des einen Endes eine wachsende Zahl stehender Wellen erzeugt.

Durch diese Untersuchungen dürfte die Deutung des Herrn Johnson wohl endgültig widerlegt sein.

1) F. Kock, Seiten-Entladungen isoliert gespannter Drähte. Inaug.-Diss. Rostock 1903, S. 20—35.

Rostock, Juni 1903.

(Eingegangen 15. Juni 1903.)

Zur Charakteristik des Glimmstromes bei atmosphärischem Druck.

Von J. Stark.

1. Einleitung. — Die elektrischen Erscheinungen in Gasen von hohem Druck sind nicht prinzipiell verschieden von denjenigen in Gasen von niedrigem Druck. Der Glimmstrom (erste Kathodenschicht, Kathodendunkelraum, negative Glimmschicht, Zwischenraum, positive Lichtsäule) ist bis jetzt in der Regel bei niedrigem Druck untersucht worden, er kann indes auch bei atmosphärischem Druck hergestellt werden.

Soll der Lichtbogen zwischen feststehenden Elektroden gezündet werden, so kann dies nur dadurch geschehen, dass zwischen ihnen zuerst ein Glimmstrom hergestellt und dieser dann durch Erhöhung der Stromstärke in den Lichtbogen verwandelt wird. Der Wechselstromlichtbogen zwischen Metallelektroden wird in jeder Halbperiode durch einen Glimmstrom neu gezündet. Jeder elektrische Funke in freier Luft ist ein Glimmstrom, der sich in zahlreichen Fällen in einen kurzdauernden Lichtbogen verwandelt.

M. Töpler[1]) hat den Glimmstrom (Büschellichtbogen) in freier Luft mit Hilfe einer vielplattigen Influenzmaschine hergestellt. Die

Fig. 1.

Resultate seiner Untersuchung waren folgende. „Die Zunahme der Potentialdifferenz ist der Schlagweitenzunahme angenähert proportional und beträgt etwa 1700 Volt pro Centimeter. — Die Potentialdifferenz an den Elektroden ist nahezu unabhängig von der Stromstärke, wenn die Entladung die Form des Büschellichtbogens besitzt." M. Töpler hat seine Untersuchung hauptsächlich auf grössere Elektrodenabstände und kleine Stromstärken (bis 1,6 Milliampère) beschränkt. Die vorliegende Untersuchung charakterisiert den Glimmstrom für kleine Elektrodenabstände und grosse Stromstärken.

2. Die Elektrodenspannung als Funktion des Elektrodenabstandes. — Als Elektrodenmaterial diente bei allen Versuchen Platin. In einem Falle waren die Elektroden U-förmig gebogene, 61 mm lange, 0,49 mm dicke Platindrähte, die in dicke Kupferdrähte eingelötet waren, wie Fig. 1 zeigt. In einem

1) Töpler, Wied. Ann. 66, 671, 1898.

anderen Falle waren es 6 mm lange, 0,82 mm dicke Platinstifte, die in die Enden von dicken Kupferdrähten eingelötet waren. Die eine Elektrode war fest montiert, die andere war auf einem Schlitten mittels einer Mikrometerschraube verschiebbar. Der Glimmstrom verlief in beiden Fällen horizontal. Als Stromquelle diente eine Hochspannungsbatterie.

Tabelle I enthält zwei Messungsreihen mit den U-förmigen, Tabelle II mit den stiftförmigen Elektroden.

Tabelle I.

Elektrodenspannung in Volt.

Elektrodenabstand in mm	Stromstärke in Milliampère $i = 9{,}6$	$i = 14{,}4$
0,15	350	350
0,3	350	350
0,6	365	360
0,9	395	380
1,2	435	400
1,5	470	435
1,8	515	470
2,1	545	500
2,4	585	535
2,7	625	570
3,0	—	610

Tabelle II.

Elektrodenspannung in Volt.

Elektrodenabstand in mm	Stromstärke in Milliampère $i = 31$	62
0,15	350	350
0,3	350	350
0,6	380	370
0,9	405	390
1,2	430	415
1,5	457	—
1,8	485	455
2,1	500	—
2,4	530	495
2,7	550	—
3,6	570	540

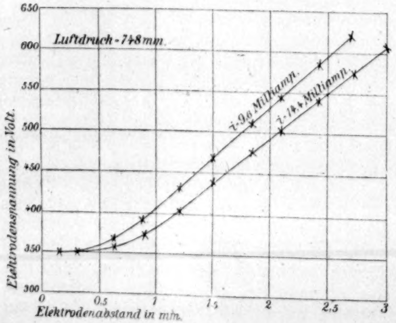


Fig. 2.

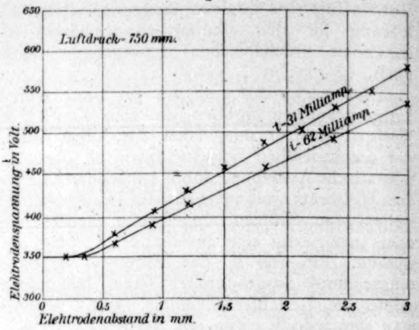


Fig. 3.

Fig. 2 und 3 stellen diese Messungen graphisch dar. Wie man sieht, nimmt bei konstanter Stromstärke die Elektrodenspannung des Glimmstromes in freier Luft mit abnehmendem Elektrodenabstand erst proportional mit diesem ab, dann langsamer als dieser und wird bei sehr kleinem Elektrodenabstand unabhängig von ihm. Für grössere Elektrodenabstände l gilt für die Elektrodenspannung $V = k + \varkappa \cdot l$. Der Differentialquotient $\frac{dV}{dl} = \varkappa$ ist um so kleiner, je grösser die Stromstärke ist.

Der konstante Wert der Elektrodenspannung für sehr kleine Elektrodenabstände stellt den normalen Kathodenfall des Glimmstromes dar; er beträgt 340 bis 360 Volt. Kleiner kann die Elektrodenspannung nicht werden, da die Existenzbedingung des Glimmstromes verlangt, dass an der Kathode auf der freien mittleren Weglänge der positiven Ionen deren Ionisierungsspannung, nämlich der normale Kathodenfall liegt.[1])

3. Elektrodenspannung und Stromstärke. — Die nachstehenden Tabellen beziehen sich auf die U-förmigen Elektroden; die Stromstärke i ist in Milliampère, die Elektrodenspannung V in Volt angegeben.

Tabelle III.

$l = 1{,}2$ mm i	V
7,2	470
8,6	455
10,1	435
11,2	430
12,7	425
15,0	410
17,2	405
20,0	400

Tabelle IV.

$l = 1{,}8$ mm i	V
7,0	550
8,4	532
9,7	518
11,6	500
13,0	490
15,1	480
18,0	465
20,4	455

1) J. Stark, Elektrizität in Gasen, Leipzig 1902, S. 68, 198.

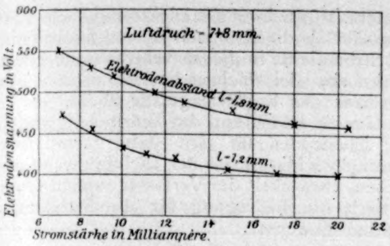


Fig. 4.

Die Fig. 4 stellt diese Messungen graphisch dar. Wie man sieht, nimmt bei konstantem Elektrodenabstand die Elektrodenspannung des Glimmstromes in freier Luft mit wachsender Stromstärke erst schneller, dann langsamer ab, um einem konstanten Werte zuzustreben. Die Elektrodenspannung V setzt sich nämlich aus dem Kathodenfall K, der auf der positiven Lichtsäule liegenden Spannungsdifferenz $P(i, l)$ und dem Anodenfall A zusammen. K ist bei dem hohen Druck normal (K_n), unabhängig von i, ebenso ist A nahezu unabhängig von i und überdies relativ klein. Der Differentialquotient

$$\frac{dV}{di} = \frac{d}{di}(K_n + P(i, l) + A)$$

ist darum identisch mit $\frac{dP(i,l)}{di}$. In der That ändert sich das Spannungsgefälle der positiven Lichtsäule in der oben angegebenen Weise (El. i. G. S. 164).

4. Erwärmung der Elektroden. — An der Kathodenoberfläche ist die elektrische Leistung im Gase gleich dem Produkt aus Stromstärke und Kathodenfall ($K \cdot i$), an der Anode gleich dem Produkt aus Anodenfall und Stromstärke ($A \cdot i$). Je grösser diese Produkte sind, auf eine desto höhere Temperatur erwärmt der Glimmstrom von selbst seine Elektroden bei niedrigem[1]) wie bei hohem Druck des Gases.

Um die Temperatur der Anode und Kathode miteinander vergleichen zu können, wurden die U-förmigen Elektroden benützt. Die eine von ihnen wurde gleichzeitig von einem schwachen Strome durchflossen, der durch den einen Kupferdraht zugeführt, durch den anderen abgeleitet wurde; durch Messung von Stromstärke und Klemmspannung wurde der Widerstand des Platindrahtes bestimmt; aus der Widerstandserhöhung infolge der Erwärmung durch den Glimmstrom wurde die mittlere Temperatur des Platindrahtes berechnet. In der folgenden Tabelle ist die Temperatur vom Eispunkt ab gerechnet.

1) J. Stark, Verh. d. Deutschen Physik. Ges. 5, 23, 1903.

Tabelle V.

Stromstärke in Milliampère	Temperatur der Kathode	Temperatur der Anode
9,4	436	—
11,5	470	180
13,9	495	200
16,7	530	250
18,6	547	—
20,4	569	—

Wie man sieht, erwärmt der Glimmstrom in freier Luft seine Kathode stärker als seine Anode; die Temperaturen seiner Elektroden nehmen zu mit wachsender Stromstärke. Der Unterschied in den Temperaturen der Anode und der Kathode erklärt sich daraus, dass der Kathodenfall (340 Volt) grösser ist als der Anodenfall (ungefähr 10 Volt).

Die angegebenen Temperaturen sind Mittelwerte zwischen der Temperatur an den Enden und derjenigen in der Mitte des Platindrahtes. Hier wo die Linien des Glimmstroms entspringen, ist eine beträchtlich höhere Temperatur vorhanden. Die Kathode war hier rot- bis weissglühend, während die Anode dunkel blieb.

Bemerkt sei noch, dass bei konstanter Stromstärke die Temperatur der Elektroden mit wachsendem Abstand l erst ein wenig zunahm, dann unabhängig von l wurde. Es sind nämlich die Produkte $K \cdot i$ und $A \cdot i$ unabhängig von l. Dazu werden die Elektroden durch Leitung und Strahlung aus der positiven Lichtsäule etwas erwärmt. Bei sehr kleinem Abstand fehlt diese Erwärmung. Über diese Erscheinung soll an einem anderen Orte genauer berichtet werden.

Göttingen, 29. Mai 1903.

(Eingegangen 9. Juni 1903.)

REFERATE.

Elektrotechnik.

Besorgt von Prof. Dr. H. Th. Simon.

Gustaf Granquist, Über die Bedeutung des Wärmeleitungsvermögens der Elektroden bei dem elektrischen Lichtbogen. (Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Upsala 1902, Sonderabdruck.)

Die Unmöglichkeit, mit Wechselströmen gewöhnlicher Frequenz und Spannung einen Lichtbogen zwischen Metallelektroden zu erhalten, lässt eine Untersuchung über die Rolle, die das Wärmeleitungsvermögen der Elektroden bei Lichtbögen spielt, besonders wünschenswert erscheinen.

Gleichstromlichtbogen.

Die im Lichtbogen entwickelte Wärme, die sich aus der Formel

$$Q = 0{,}24 \cdot J \cdot V \cdot t$$

berechnen lässt, wenn J und V Stromstärke und Spannung am Lichtbogen, t die Zeit bedeutet, geht teils durch Strahlung, Konvektion und Leitung zur umgebenden Luft, teils durch Leitung zu den Elektroden. Die letztere Menge wurde mittels eines um die untere Elektrode befestigten Kalorimetergefässes gemessen, indem diese Elektrode erst Anode, dann Kathode wurde. Für den Kohlenlichtbogen ergab sich nun, dass ungefähr 42 Proz. der ganzen im Bogen entwickelten Wärme durch Leitung zur Anode und ungefähr 37 Proz. zur Kathode überging. Die gesamte durch Leitung fortgeführte Wärme betrug also demnach etwa 79 Proz. Wurde die Kohlekathode durch Kupfer ersetzt, wodurch ja die Natur des Lichtbogens sich nur wenig ändert, so betrug die in die Kathode fortgeleitete Wärme etwa 45 Proz. der ganzen Wärmemenge. Auch auf anderem Wege gelangt man zu ähnlichen Zahlen: Mit Hilfe der von Frau Ayrton für Homogenkohlen bestimmten Anoden- und Kathodengefälle und der vom Verfasser ausgemessenen Grösse der Ansatzstellen des Lichtbogens an den Elektroden lässt sich für jede Elektrode die Summe der ausgestrahlten und durch Leitung fortgegangenen Wärme bestimmen. Die Strahlung der Ansatzflächen lässt sich hingegen unter der Annahme, dass ihre Temperatur 3600^0 beträgt und ihr Emissionsvermögen dasselbe ist, wie für absolut schwarze Körper, leicht berechnen. In der Differenz erhält man dann die durch Leitung fortgegangene Wärme.

Eine Änderung der Grösse der Anoden- und Kathodenfläche bei veränderter Wärmeleitfähigkeit der Elektroden, aber gleicher, den Flächen zugeführter Wärmeenergie lässt sich dadurch bestimmen, dass man die Kohleelektroden durch solche aus Kupfer ersetzt, da die Elektrodenspannung sich dabei nur wenig ändert, während das Wärmeleitvermögen für Kupfer etwa 100mal so gross ist, als das für die hier verwandte Kohle. Um die Beschaffenheit des Lichtbogens, die ja im wesentlichen vom Material der Anode abhängt, nicht zu ändern, wurde jedoch stets nur die Kathode durch anderes Material ersetzt. Die Beobachtung ergab, dass die Kathodenfläche sowohl bei einem Kohle-, wie bei einem Kupferflammenbogen bedeutend grösser war, wenn die Kathode aus Kohle, als wenn sie aus Kupfer bestand.

Potentialmessungen ergaben, dass einer Vergrösserung der Kathodenfläche, also einer Abnahme der Stromdichte, eine Verminderung des Kathodengefälles entspricht, und umgekehrt, natürlich bei gleicher Stromstärke. Ändert man letztere, so wachsen die Elektrodenflächen etwas schneller als die Stromstärke, und folglich nimmt die Stromdichte in diesen bei wachsender Stromstärke ab. Bei wachsender Stromstärke nimmt demnach das Kathodengefälle ab.

Um die Bedeutung des Wärmeleitvermögens der Elektroden für den stabilen und labilen Gleichgewichtszustand der Lichtbögen zu untersuchen, entwickelt der Verfasser zunächst mathematisch die Bedingung für die Stabilität des Flammenbogens:

$$E + J^2 \frac{\partial R}{\partial J} > 0.$$

E ist die äussere elektromotorische Kraft, J die Stromstärke und R der scheinbare Widerstand des Flammenbogens. — Diese Formel lässt sich leicht auf die von W. Kaufmann entwickelte Formel

$$\frac{\partial V}{\partial J} + \varrho > 0$$

zurückführen, die Bedingung dafür, dass ein elektrischer Strom J, der durch ein leitendes Gas hindurchgeht, stationär ist; ϱ bedeutet den äusseren Leitungswiderstand und V die Elektrodenspannnung. — Durch Experimente am Kohlen- wie am Kupferlichtbogen wurden die Gesetze, die sich aus den mathematischen Betrachtungen ergeben, bestätigt gefunden, dass nämlich, je grösser die elektromotorische Kraft der Batterie bei konstanter Stromstärke, oder, je grösser die Stromstärke bei konstanter elektromotorischer Kraft ist, um so grösser die Bogenlänge gemacht werden kann, ehe der Bogen erlischt.

Wird das Wärmeleitungvermögen der Elektroden gesteigert, so werden, wie wir gesehen, die beiden Elektrodenflächen vermindert und demzufolge die Potentialgefälle an denselben vergrössert. Dadurch wird, wenn sonst die Natur des Bogens sich nicht ändert, im Stromkreise die Stärke J verringert. Nach obigen Gesetzen tritt daher der labile Zustand unter sonst gleichen Verhältnissen bei um so kürzeren Bogenlängen ein, je grösser das Wärmeleitungsvermögen der Elektrode ist. Versuche mit Kohle-Kupferelektroden bestätigten auch dieses Gesetz.

Wechselstromlichtbogen.

Für den Gleichgewichtszustand des Wechselstromlichtbogens muss offenbar die für den Gleichstrombogen angegebene Bedingungsgleichung gelten, wenn statt E, J, R die Momentanwerte e, i, r eingesetzt werden, also

$$e + i^2 \frac{\partial r}{\partial i} > 0.$$

Es ergiebt sich dann, dass der Gleichgewichtszustand nur in der Mitte jeder Halbperiode eine längere oder kürzere Zeit stabil, zu Anfang und Ende derselben jedoch labil ist.

Für die Zeit der Stabilität ist das Verhältnis von Stromstärke zur Spannung am Wechselstromlichtbogen gewöhnlicher Frequenz angenähert dasselbe, wie beim Gleichstrombogen, d. h. also der Zustand im Bogen folgt während der Stabilität momentan den Stromvariationen. Experimentell wurde dies durch Messung von Momentanwerten der Stromstärke und Spannung bestätigt.

Der Lichtbogen als solcher kann nur während des stabilen Zustandes existieren, während des labilen ist er erloschen, die Elektroden kühlen sich ab. Nach Ansicht des Verfassers ist nun die Bedingung dafür, dass die elektromotorische Kraft der darauf folgenden Periode wieder einen Strom durch den Bogen zwingen kann, die, dass die Abkühlung nicht eine bestimmte Grenze überschritten hat. Der Bestand des Lichtbogens ist demnach abhängig von der Länge der Zeit des labilen Zustandes, dem Wärmeleitungsvermögen der Elektroden und von der Wärmeenergie, die die Elektroden während des stabilen Zustandes erhalten haben.

Wird das Wärmeleitvermögen verringert, so kann die Zeit des labilen Zustandes vergrössert werden, ohne dass der Bogen erlischt. Ein Gleichstromlichtbogen zwischen Metallelektroden erlosch z. B. stets, wenn der Strom eine sehr kurze Zeit unterbrochen wurde, während derselbe Metalllichtbogen mit einer Kohle als Kathode bei derselben Unterbrechungszeit brennen blieb.

Je grösser die Stromstärke im Lichtbogen gemacht wird, um so grösser ist die entwickelte Wärmeenergie, um so längere Zeit kann man einen Bogen unterbrechen, ohne dass er ausgeht. Die von **Blondel** mit seinem Oszillographen aufgenommenen Strom- und Spannungskurven in Wechselstromlichtbögen unter verschiedenen Verhältnissen lassen sich mit diesen Gesichtspunkten deuten.

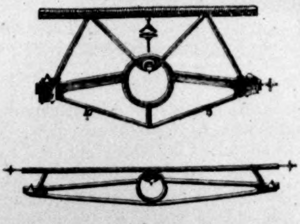
Eine Selbstinduktion, in einen solchen Stromkreis eingeschaltet, bewirkt, dass der Stromabfall vom stabilen in den labilen Zustand sich nicht mit der Steilheit vollziehen kann, wie ohne diese, die Stromstärke bleibt also hier während des labilen Zustandes etwas grösser als sonst, die Elektroden kühlen sich langsamer ab, der Bogen erweist sich beständiger, er erlischt erst bei grösserer Bogenlänge bei demselben Energieverbrauch, als wenn keine Selbstinduktion im Stromkreise ist.

Besondere Eigentümlichkeiten zeigt ein Wechselstrom zwischen einer Kohle- und einer Kupferelektrode. Während der Halbperiode, in welcher der Strom von der Kohle zum Kupfer geht, ist die Zeit des stabilen Zustandes bedeutend kürzer als in der anderen; da auch der scheinbare Widerstand für den Bogen mit positiver Kohle grösser ist, ist die Stromstärke in dieser Halbperiode geringer als in der anderen. Ein Gleichstrommesser, in die Leitung eingeschaltet, zeigt demnach einen konstanten Strom von der Kupfer- zur Kohlenelektrode an. Ein Gleichspannungsmesser an den Elektroden zeigt hingegen eine konstante Potentialdifferenz in umgekehrter Richtung; denn während des labilen Zustandes, der hier beim Strome von der Kohle zum Kupfer länger dauert als bei umgekehrter Richtung, sind die momentanen Werte der Potentialdifferenz zwischen den Elektroden beinahe so gross wie die Momentanwerte der elektromotorischen Kraft, ihre Mittelwerte wachsen also mit der Dauer des labilen Zustandes. Vergrössern wir die Bogenlänge, so wird die Zeit des stabilen Zustandes für beide Halbperioden vermindert. Nach obigen Ausführungen über den Einfluss der Änderung des Wärmeleitvermögens ist für den Kohlenbogen durch die Kupferkathode die Existenzbedingung eine schlechtere als für den Kupferbogen mit der Kohlenkathode. Letzterer wird also noch bei grösserer Bogenlänge existenzfähig sein, und wir erhalten in Übereinstimmung mit einer Blondelschen Kurve nur noch einen Strom während der Halbperiode, in welcher das Kupfer Anode ist. M. Reich.

(Eingegangen 9. Juni 1903.)

G. Hartner (Ebingen), Ein neuer Wagebalken.

Die beistehenden Abbildungen geben ein Bild der bemerkenswerten Neuheit. Durch rationelle Versteifung ist die Festigkeit des Balkens ohne gleichzeitige Gewichtserhöhung erreicht, die Durchbiegung des Balkens daher



auch bei grossen Belastungen so gut wie Null. Somit ist die Empfindlichkeit bis zu hohen Belastungen unabhängig von der Belastung. Die Normaleichungskommission hat in einem Gutachten diese Vorzüge neben guter Konstanz hervorgehoben. H. Th. Simon.

(Eingegangen 17. Juni 1903.)

BESPRECHUNGEN.

F. Richarz, Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrizität. In wissenschaftlich-gemeinverständlicher Weise dargestellt. 2. Auflage. gr. 8. V und 128 S. mit 97 Abbildungen. Leipzig, B. G. Teubner 1902. Gebunden M. 1,50.

Aus Vorträgen entstanden, nach kurzer Zeit in zweiter Auflage erschienen, ist dieses Büchlein eine Perle jener echt gemeinverständlich-wissenschaftlichen Literatur, in der des Verfassers grosser Lehrer Helmholtz der unübertroffene Meister ist. Vortrefflich ausgewählte, vielfach originelle Versuche, eine licht- und reizvolle Art, auch schwierige theoretische Zusammenhänge bewusst zu machen, bei aller Gemeinverständlichkeit äusserste Strenge und Tiefe des Eindringens, sind die Vorzüge, die hervorgehoben werden mögen. Für unsere Studierenden, für Oberlehrer, für Ingenieure, für jeden, der in die Ideengänge der modernen Elektrizitätslehre und Ätherphysik eindringen will, wüsste ich kein besseres einführendes Werk zu nennen. Aber auch für den, der die Dinge kennt, ist die Lektüre ein hoher Genuss und eine Quelle mancher neuen Einsicht, vor allem in pädagogischer Hinsicht. Erwähnt sei z. B. die geistreich scharfe Art, wie auf S. 80 ff. klar gemacht wird, dass die magnetische Komponente einer fortschreitenden elektromagnetischen Welle in Phase mit der elektrischen ist. Die nichtmathematische Überlegung neigt hier leicht zu dem Irrtum, eine Phasenverschiebung von 90^0 zu sehen, wie es auch in mehr als einer Darstellung zu finden ist. Und ähnlicher Art finden sich viele Dinge in dem vortrefflichen Werkchen, die fraglos sehr fruchtbar auf die Vertiefung des Verständnisses für die Anschauungen der modernen Elektrizitätslehre wirken werden.

H. Th. Simon.

(Eingegangen 12. Mai 1903.)

W. Bruesch, Grundriss der Elektrotechnik für technische Lehranstalten. gr. 8. XI und 168 Seiten mit 248 Abbildungen. Leipzig, B. G. Teubner 1902. Gebunden M. 3,—.

Das kleine, sehr gut ausgestattete, aus Vorträgen entstandene Buch ist sehr reichhaltig, zu reichhaltig vielfach. Es ist für technische Lehranstalten bestimmt und „macht keinen Anspruch auf Vollständigkeit und grosse Wissenschaftlichkeit". Es ist sicherlich mit Liebe abgefasst; trotzdem ist der Referent der Ansicht, dass nicht jeder, der einmal elektrotechnische Vorträge hält, sie auch gleich drucken lassen muss. Die Oberflächlichkeit und Seichtigkeit unserer elektrotechnischen Litteratur hat in diesem nicht genügend unterdrückten, durch das Interesse breiter Massen an elektrotechnischen Dingen genährten, von den Verlegern aber ins Kraut gezüchteten Drange nach Druckerschwärze ihre Wurzel. Das vorliegende Büchlein ist übrigens in dieser breiten Gesellschaft der Vielzuvielen gewiss auf der besseren Seite. Dem Physiker aber und dem, der es werden will, genügt es nicht, und auch den Praktiker sollte man zu grösserer Strenge und Tiefe erziehen. Dass das auch für den Standpunkt des ernsthaften Laien erreichbar ist, zeigt z. B. das mustergültige Werkchen von F. Kohlrausch, „Energie oder Arbeit und die Anwendungen des elektrischen Stromes"[1]) oder auch der hübsche elektrotechnische Vortragscyklus von E. Cohn u. a. m.

1) Diese Zeitschrift **4**, 380, 1903.

H. Th. Simon.

(Eingegangen 12. Mai 1903.)

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Ernannt wurden Dr. phil. C. L. Lindelöf zum Professor der Mathematik an der Universität Helsingfors, der Privatdozent der Mathematik an der Technischen Hochschule zu Dresden Emil Naetsch zum a. o. Professor, der Kapitän zur See Hertz zu Hamburg unter Beförderung zum Kontreadmiral zum Direktor der Seewarte, der a. o. Professor der Chemie Dr. Tafel in Würzburg zum o. Professor, als Nachfolger des Prof. Dr. Hantzsch.

Der ord. Professor in der mathematischen und naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Strassburg, Direktor des chemischen Instituts, Dr. Johannes Thiele, hat einen Ruf in gleicher Eigenschaft nach Würzburg erhalten, aber abgelehnt.

Aus Anlass der Daltonfeier wurden dem Professor der Allgemeinen Chemie an der Universität Berlin Dr. Jacobus Hendricus van t' Hoff und dem Professor der Mineral-Chemie Dr. Frank Wigglesworth Clarke an der Columbian University in Washington Ehrendiplome der Victoria-Universität in Manchester verliehen. Der ord. Professor des Maschineningenieurwesens, Vorstand der Materialprüfungsanstalt und des Ingenieurlaboratoriums an der Technischen Hochschule in Stuttgart, Baudirektor Karl von Bach wurde von der Technischen Hochschule Berlin zum Doktor-Ingenieur ehrenhalber ernannt.

In Wien starb der Professor der Mathematik an der Universität, Gegenbauer, in Rom der Senator Luigi Cremona, Professor der höheren Mathematik an der römischen Universität, im Alter von 73 Jahren, in Berlin der Dozent für Mathematik an der Technischen Hochschule, Professor Dr. M. Hamburger, im Alter von 65 Jahren.

Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. H. Th. Simon in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.